

FUNCIONAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA LIMPIA OILMATE PARA EL
MEJORAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE MOTORES EN VEHÍCULOS Y
MAQUINARIA PESADA.

CESAR AUGUSTO COHA VESGA
JULIO LOZANO CUETO

UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
BARRANQUILLA
2014

FUNCIONAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA LIMPIA OILMATE PARA EL
MEJORAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE MOTORES EN VEHÍCULOS Y
MAQUINARIA PESADA.

CESAR AUGUSTO COHA VESGA
JULIO LOZANO CUETO

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Gestión Ambiental
Empresarial

ASESOR
LIZETH MOLINA ACOSTA

UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
BARRANQUILLA

2014

Nota de Aceptación

Firma del asesor

Firma del Evaluador

Firma del Evaluador

Barranquilla, 06 de Octubre de 2014

DEDICATORIA

A mi abuela Adela y a mis hijos César Augusto y Samuel Andrés, con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de este trabajo.

CÉSAR COHA VESGA.

A Dios, a mis padres, a mi esposa y a mi hijo José Julián que son los pilares de mi vida, con mucho amor les dedico todo mi esfuerzo y sacrificio que dedique para realizar este trabajo.

JULIO LOZANO CUETO.

AGRADECIMIENTOS

Primero y antes que nada doy gracias a Dios por estar conmigo guiándome y cuidándome en cada paso que doy, también por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todas las etapas de mi vida.

Quiero agradecer a mis padres por el esfuerzo y dedicación para sacar adelante a este hijo que les agradece y los ama con todo el corazón; sin ellos no sería nada de lo que soy. A mi esposa por el amor y la comprensión brindada en todas las decisiones que he tomado hasta hoy y por regalarme la más grande bendición de mi vida; mis hijos.

CÉSAR COHA VESGA.

A Dios por haberme acompañado y guiado en todo el tiempo que duro la especialización, por ser mi fortaleza, y por darme la oportunidad de conseguir un nuevo logro en mi vida profesional, le doy gracias a mis padres por apoyarme incondicionalmente, a mi esposa e hijo por ser el pilar de mi vida y de mis sueños ,agradecimiento a mis compañeros de especialización especialmente a mi grupo de trabajo de quienes aprendí mucho y con quienes compartí momentos agradables e inolvidables y a quienes considero mis amigos para toda la vida, quiero agradecer a todos los docentes que compartieron sus conocimientos en cada etapa de la especialización.

Agradecimiento especial a la Universidad de la Costa CUC por ser el alma mater que me brindó la oportunidad de cursar este programa de postgrado, por toda la educación brindada, por todo el saber recibido a lo largo del ciclo académico de un año que duro el programa y la realización de este proyecto.

JULIO LOZANO CUETO.

RESUMEN

La presente monografía describe los beneficios ambientales que puede traer la incorporación de tecnologías limpias a la industria, específicamente a la industria automotriz, de maquinaria pesada y de transporte. Estos beneficios ambientales permiten reducir el impacto ambiental negativo que se genera por los diversos procesos industriales realizados en estas actividades. Para este trabajo, se describe el producto OilMate, una tecnología limpia que se implementa en vehículos, camiones, maquinaria pesada, etc., y que reduce eficientemente la cantidad de residuos peligrosos generado y mejora la calidad de las emisiones que se generan en estos equipos.

PALABRAS CLAVES:

Oilmate

Maquinaria pesada

Residuos peligrosos

Tecnologías limpias

ABSTRACT

This paper describes the environmental benefits that can bring incorporating clean industry, specifically the automotive, heavy machinery and transport technologies. These environmental benefits can reduce the negative environmental impact generated by various industrial processes on such activities. For this work, the product OilMate, a clean technology that is implemented in cars, trucks, heavy machinery, etc., and efficiently reduces the amount of hazardous waste generated and improves the quality of emissions generated in the equipment described.

KEYWORDS:

Oilmate

Heavy machinery

Hazardous waste

Clean technologies

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
INTRODUCCIÓN	13
1. PROBLEMA	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. JUSTIFICACIÓN	15
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVOS GENERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. MARCO DE REFERENCIA	18
3.1. MARCO DE ANTECEDENTES	18
3.2. MARCO LEGAL	22
3.3. MARCO TEÓRICO	30
3.3.1 Tecnologías Limpias	30
3.3.1.1 Tecnologías Limpias en Colombia	31
3.3.1.2Tecnologías Limpias en Transporte	34
3.3.1.3 Emisiones Atmosféricas	35
3.3.1.3.1 Efectos de las Emisiones Atmosféricas en el Medio Ambiente.	37
3.3.1.4 Residuos Peligrosos	39
3.3.1.4.1 Efectos de los Residuos Peligrosos en el Medio Ambiente	41
3.3.2. Definición Producto OilMate	42

3.3.3.1 Requisitos Previos	43
3.3.3.2 Características Técnicas	44
3.3.3.3 Instalaciones Hidromecánicas	45
3.3.3.4. Instalación Eléctrica	51
3.3.3. Operación	56
3.3.4. Ventajas y Desventajas	59
3.3.5. Beneficios Ambientales	60
3.3.6 Procedimiento para el diagnóstico del funcionamiento del OilMate	64
4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	67
4.1. METODOLOGÍA	69
4.1.1. REUNIONES DE TRABAJO	69
4.1.2. Búsqueda de Información para el Proyecto	69
4.1.3. Análisis de la Información	69
4.1.4. Desarrollo del Documento	70
5. DELIMITACIONES	70
5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	70
5.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL	71
6. RESULTADOS	72
7. CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	82

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos y características de tecnologías limpias.	30
Tabla 2. Costos sin proyecto OilMate 250 horas.	73
Tabla 3. Costos sin proyecto OilMate 2000 horas.	74
Tabla 4. Costos con proyecto OilMate 2000 horas.	75
Tabla 5. Costos Filtros de aceite y aceite sin OilMate.	76
Tabla 6. Costos Filtros de aceite y aceite con OilMate.	76
Tabla 7. Costos disposición final Filtros de aceite y aceite sin OilMate.	77
Tabla 8. Costos disposición final Filtros de aceite y aceite con OilMate.	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Momentos de la producción más limpia en Colombia. Herrera & van Hoof.	32
Figura 2. Avances conceptuales en PML como estrategia de gestión ambiental preventiva. Herrera & van Hoof.	33
Figura 3. Producto OilMate. GAF.	44
Figura 4. Esquema de instalación del <i>OilMate</i> . GAF	45
Figura 5. Despiece del tanque. GAF	48
Figura 6. Especificaciones para el montaje del tanque. GAF	49
Figura 7. Esquema del montaje del <i>Oil-Mate</i> . GAF	50
Figura 8. Tablero de fusibles de un vehículo. GAF	51
Figura 9. Sensor de nivel del tanque de compensación. GAF	52
Figura 10. Soporte para fusible con fusible de ½ amperio y terminales. GAF	53
Figura 11. Indicador de nivel bajo de aceite del tanque de compensación. GAF	53
Figura 12. Soporte para fusible con fusible de ½ amperio y terminales. GAF	54
Figura 13. Válvula y controlador <i>Oil-Mate</i> . GAF	55
Figura 14. Diagrama de funcionamiento del <i>OilMate</i> . GAF	56
Figura 15. Vías de la válvula <i>OilMate</i> . GAF	57
Figura 16. Controlador de secuencia <i>On/Off</i> . GAF	58
Figura 17. Gráfica de comportamiento del hollín operando sin <i>OilMate</i> . EMP - GAF	61
Figura 18. Gráfica de comportamiento del hollín operando con <i>OilMate</i> . EMP - GAF	62
Figura 19. Gráfica de comportamiento del contenido de Hierro con <i>OilMate</i> . EMP - GAF	63

Figura 20. Gráfica de comportamiento del TBN con <i>OilMate</i> . <i>EMP - GAF</i>	64
Figura 21. Esquema para una investigación Descriptiva. Hurtado de Barrera (2008)	68
Figura 22. Información mina Caypa	71

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de grado describe el funcionamiento de la tecnología limpia OilMate, mostrándolo como una alternativa para optimizar las operaciones y eficiencia de los vehículos, a la vez que disminuye el impacto ambiental causado por la operación de vehículos y maquinaria pesada. Este documento, busca analizar la tecnología limpia OilMate desde el punto de vista ambiental y económico, La utilización de esta tecnología minimiza la generación de residuos peligrosos y contribuye a disminuir las emisiones de gases en la medida que impacta positivamente en la reducción de costos por cambios de filtros y aceites.

Los cambios de aceite, las filtraciones en los sistemas hidráulicos y de lubricación en vehículos, camiones y máquinas pesada, son perjudiciales para la vida útil del motor y afectan económicamente a las empresas. Entre más detenciones, altos o paradas se realicen para cambio de aceite, filtros de aceite, o reparación de daños, las pérdidas económicas aumentan, y el tiempo que demora la máquina o el vehículo son atrasos para las labores operativas, generando contratiempos. La tecnología Oilmate se presenta como una alternativa que mejora el rendimiento en máquinas y vehículos, disminuyendo la generación de residuos peligrosos y emisiones atmosféricas, y generando una disminución considerable de los costos operacionales de las empresas.

Esta investigación está basada en la normativa ICONTEC NTC 1486, sexta actualización, para la presentación de Trabajos de investigación, incluyendo Trabajos de Grado; y cuenta con el apoyo de la Organización Equitel, por parte del grupo de Gestión y Administración de Fluidos (GAF) los cuales son los especialistas en materia de fluidos en vehículos, camiones y maquinaria pesada. Esta empresa se encuentra comprometida por cumplir la política ambiental de la empresa, y por traer un producto para sus clientes que cumpla con ser amigable con el medio ambiente, y que genere beneficios ambientales y económicos para ellos (sus clientes).

1. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Toda actividad antropogénica ocasiona un impacto ambiental. Las actividades de transporte a través de vehículos de personas y/o carga, el movimiento de maquinaria pesada y las industrias que las utilicen generan residuos, que en la mayoría de sus casos son contaminantes (también generan residuos reciclables, los cuales no son contaminantes si son reutilizados adecuadamente). Para el caso de la industria automotriz y derivadas, los problemas ambientales más representativos que causan al medio ambiente son la emisión de material particulado y dióxido de carbono a la atmósfera, y la generación de residuos peligrosos en los talleres de mantenimiento.

Se define la emisión atmosférica como *“La descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, proveniente de una fuente fija o de una fuente móvil¹”*. Teniendo en cuenta esto, los vehículos son considerados una fuente móvil de generación de emisiones atmosféricas, las cuales están definidas como *“La fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse²”*. Estas emisiones son generadas o producidas por la combustión interna del motor y evaporación del combustible, razón por la cual los vehículos pueden moverse. Estas emisiones son contaminantes para el aire, aumentando los gases de efecto invernadero y aumentando la toxicidad del aire.

Por su parte, los residuos peligrosos son *“aquellos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radioactivas pueden causar riesgo o daño para la salud humana y el*

¹ Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 948 de 1995. Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Bogotá. Colombia. 1995

² Ibíd

*ambiente*³. Dentro de la industria automotriz o de transporte, los residuos peligrosos más comunes generados al momento de hacer mantenimiento a vehículos de transporte u otros son:

- Diclorodiflorometano (CFC-12)
- Baterías usadas.
- Escorias de plomo.
- Chatarra.
- Aceites usados.
- Filtros de aceite y filtros de combustibles.
- Residuos de anticongelante.
- Solventes. Residuos de pintura. Filtros de pinturas.
- Trapos o estopas usadas.
- Llantas usadas⁴.

Estos residuos son peligrosos para el medio ambiente, ya que contaminan el suelo, el agua y su quema causa grandes daños a la atmosfera. Por eso se requiere de un manejo adecuado de los mismos y una disposición final segura.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es importante para la sociedad y el ambiente porque utiliza la aplicación de tecnologías limpias en empresas dedicadas al manejo de maquinaria pesada y de transporte. Los principales problemas ambientales globales como el calentamiento global, entre otros, tiene su origen en la quema de combustibles fósiles, siendo el transporte uno de los principales aportantes de emisiones a la atmosfera. Es por esto que la aparición de tecnologías limpias es vital para contrarrestar cada situación no deseada y que genera grandes afectaciones al medio ambiente. Casos como la tecnología OilMate es

³ Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 4741 de 2005. Prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Bogotá. Colombia. 2005

⁴ Agencia para la protección ambiental de Estados Unidos (EPA). RCRA en foco. Recuperado de <http://www.epa.gov/osw/inforesources/pubs/infocus/k99004s.pdf>

un claro ejemplo de generar dispositivos que traigan consigo mejoras ambientales a, como en este caso, la industria de maquinaria pesada y transporte de carga o pasajeros.

La empresa GAF, perteneciente a la Organización Equitel, dentro de su constante búsqueda de estar a la vanguardia tecnológica y ambiental, posicionándose como una empresa que ejecuta su política ambiental, ha establecido un compromiso por utilizar productos que mejoren las condiciones de vida de las personas y que no afecten negativamente el medio ambiente, sino que por el contrario, el uso de sus productos ayude al medio ambiente y no contribuya con ningún aspecto negativo al cambio climático mundial. La tecnología limpia que ha traído GAF (Gestión y Administración de Fluidos) demuestra a sus clientes el beneficio ambiental y económico mejorando las condiciones del entorno, evitando contaminación atmosférica, del suelo y del agua disminuyendo las emisiones atmosféricas y la cantidad de residuos peligrosos generados, además de una notoria disminución en los costos operativos de las empresas.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La pregunta que justifica la realización de este trabajo de grado es:

¿La aplicación de la tecnología limpia OilMate favorece el rendimiento operacional de maquinarias pesada y vehículos dedicados al transporte de carga o de personas disminuyendo los efectos negativos que esta actividad genera en el ambiente?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GENERAL

Describir el funcionamiento de la tecnología limpia Oilmate en la industria de maquinaria y transporte pesado y los beneficios ambientales de su implementación.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características que tiene el producto Oilmate como una tecnología limpia aplicada en diferentes campos industriales, como el de la maquinaria pesada y el transporte.
- Indagar antecedentes de la invención, antecedentes del uso, calidad y experiencia de la aplicación del producto OilMate.
- Determinar las ventajas que posee esta tecnología al momento de ser implementada en los procesos correspondientes a la industria de maquinaria pesada.
- Identificar los impactos ambientales positivos que tiene el uso de esta nueva tecnología en la gestión adecuada de residuos.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. MARCO DE ANTECEDENTES

Los sistemas de filtración de aceites, o los dispositivos para mejorar el rendimiento de aceites han sido una novedad de los últimos años. En un principio, “cuando existían los primeros motores de combustión interna, el filtro de aceite fue considerado un accesorio más, al grado de ser opcional en algunas marcas. Sin embargo, la necesidad de alargar la vida útil de los motores y reducir los costos de mantenimiento, indujo a los diseñadores a considerarlos parte vital del motor⁵”.

Luego de darle la importancia necesaria a los filtros de aceites, surgió la preocupación por los aceites que se utilizaban en los vehículos. Los aceites lubricantes tienen como objetivo “optimizar el rendimiento y prolongar la vida útil del vehículo, por lo que resulta imprescindible elegirlos con cuidado⁶”.

Los aceites minerales y no minerales, y su degradación y contaminación como consecuencia de la regeneración del DPF (incineración de la carbonilla acumulada en el Filtro de Partículas Diesel), conllevan una serie de consecuencias sobre el filtro de aceite y el motor de forma directa. La degeneración de los aceites y la consecuente alteración química provocan una distorsión y un sobreesfuerzo en las fibras de celulosa de las medias filtrantes, con

⁵ Recuperado de http://catalogo.acdelco.mx/media/files/Filtros_de_aceite.pdf

⁶ Recuperado de http://www.wolfoil.com/ES_COM/technico-commercial/technico-commercial/article-2.aspx

consecuencias negativas directas sobre la resistencia y duración del filtro⁷.

Basándose en esto, se ha incursionado en buscar aceites lubricantes para motores menos contaminantes, las legislaciones internacionales han aprobado decretos y resoluciones para dar especificaciones sobre la composición de dichos aceites, se han buscado materiales para que los filtros de aceite soporten mayor cantidad de aceite y alarguen su vida útil. Además, se han hecho énfasis en buscar tecnologías que apoyen al sistema de filtración de aceite de los vehículos. Es por eso que han surgido diferentes tecnologías parecidas al producto OilMate y que han sido aplicadas.

Un ejemplo de esto es la tecnología Sistema Centinel, la cual es “un sistema de reemplazo continuo de aceite, de diseño electromecánico. El Sistema Centinel extiende los intervalos de cambio de aceite y filtro a través de un intercambio continuo de aceite⁸”. Este producto “inyecta aceite para motor en un porcentaje controlado, de manera proporcional al combustible gastado, dentro del sistema de combustible para consumo. El aceite nuevo es introducido en el motor en un porcentaje igual al aceite consumido por Centinel⁹”.

Otro producto o tecnología existente para mejorar el rendimiento del filtro de aceite y del motor de los vehículos es la refinadora de aceite tipo BY-PASS Oil Clean.

La Refinación de Aceite tipo by pass OIL CLEAN-PURIFISA, puede ser instalado en casi cualquier tipo de motor de combustión interna o equipo hidráulico, su diseño esta orientado a lograr los siguientes

⁷ Recuperado de

http://www.mundorecambioytaller.com/opinion/filtros_ufi_los_filtros_de_aceite_en_continua_evolucion_tecnologica

⁸ Montoya, P. Mejoramiento del sistema de lubricación de los motores diesel Cummins serie ISM. Universidad Veracruzana. México. 2008.

⁹ Ibíd.

beneficios y ahorros: Mantener el aceite del motor permanentemente limpio. Eliminar hollín, sólidos y líquidos. Mantener el TBN y la Viscosidad en un nivel adecuado. Reducir drásticamente el consumo de aditivos. Todo esto permite que el aceite maximice las cualidades lubricantes, refrigerantes y sellantes, y se reduzca el desgaste de las partes móviles en contacto del motor, prolongando además, los cambios de aceite y filtros de aceite, optimizando el consumo del aceite y consumo de combustible, extendiendo la vida útil del motor¹⁰.

La tecnología limpia OilMate se ha venido probando hace mas de diez años desde que empezó a ser producido y comercializado. Esta tecnología fue inventada y registrada por la empresa Engineered Machined Products¹¹. Esta empresa de Estados Unidos de America, introdujo un dispositivo tecnológico, de tamaño compacto, hecho en componentes ligeros de aluminio, a los motores de maquinaria pesada y vehículos de carga, con la finalidad de mejorar el rendimiento operacional de estos equipos (motores y filtros de aceite) obteniendo beneficios a nivel económico y beneficios a nivel ambiental ya que el ambiente no se ve afectado, por el contrario, la capacidad contaminante medida en generación de residuos peligrosos y generación de emisiones atmosféricas se ve reducida.

Esta empresa patentó esta tecnología, y a nivel mundial ha sido utilizada por compañías como la Ford, Ferrari, entre otras, para implementarlo en sus servicios o comercializarlo e instalarlo a otras empresas en sus países como un producto capaz de reducir la cantidad de detenciones o paradas para cambios de aceite y la utilización de flitros de aceite. Algunas de las empresas son mencionadas a continuación:

¹⁰ Recuperado de <http://www.purifisa.com/refinadora-de-aceite/>

¹¹ www.EMP.com/Oilmate

- International Truck & Engine Corp. Esta empresa generó un motor para las camionetas y super camionetas Ford Super Duty en el año 2002. Este nuevo motor de 325 Hp y de 550 lb-ft fue generado para competir en el mercado automotriz de los Estados Unidos de América al gastar 10% menos en combustibles y generar 20% menos en emisiones atmosféricas. Una de las ventajas de este motor es que, para este tipo de vehículos, se podía combinar con el OilMate para generar un mejor uso de aceite de motor y conservarlo de mejor manera. Además que evitaba un gasto económico con cada cambio de aceite que había que hacerle al vehículo, ya que estiraba la cantidad de horas de trabajo del vehículo y su aceite motor.
- Hurley Marine es una empresa dedicada a comercializar e implementar productos para barcos de diferente formas y tamaños. Esta empresa, dentro de su catálogo de producto, vende e instala a sus clientes el producto OilMate, al cual le dan una muy buena referencia por parte de sus clientes. Este sistema de manejo de aceites para barcos, es una inversión sustentable en el tiempo, donde se extiende el intervalo de cambio de aceite y la vida útil del flitro de aceite de los barcos. Esto extiende considerablemente el tiempo que un barco de mediano tamaño destinado a la pesca, puede estar en altamar, ya que no debe volver a tierra por un cambio de aceite o filtro de aceite. O, como grandes barcos, que gastan menos en aceites y filtros al momento de realizar grandes viajes. La disminución en uso de aceite por parte de barcos de mediana embergadura ha sido de un 15%. Los tiempos de estar en el mar se han incrementado en un 10%.
- Engine Systems Australasia Pty Ltd. Es una empresa que se dedica al mantenimiento y distribución de sistemas de aceites, combustibles y sistemas de filtraciones de aire. Esta empresa ubicada en Australia desde hace 14 años, se dedica a este trabajo con la finalidad de disminuir costos operativos y mejorar la huella de carbono de sus clientes. Uno de los productos que utilizan con sus clientes, es la tecnología OilMate. Esta empresa se encarga de instalar el producto OilMate y hacer el seguimiento respectivo durante los años

siguientes, para comprobar que el producto está funcionando correctamente, un trabajo similar al que realiza la empresa GAF en Colombia. Reporta una disminución de costos operativos en un 20%. Han extendido la vida útil de flitros de aceite un 50% y han disminuido la cantidad de aceites usados en un 15%.

3.2. MARCO LEGAL

3.2.1. Marco Legal Producción Más Limpia y Mecanismos de Desarrollo Limpio en Colombia

En Colombia, el principal documento que se tiene hasta la fecha para lo relacionado con Producción más Limpia, es la Política establecida por el Ministerio del Medio Ambiente en el año de 1997. El documento tiene por nombre “Política Nacional de Producción más Limpia”. Esta política surge “De reformular la pregunta ¿Qué hacemos con los residuos? Por ¿Qué podemos hacer para no generar residuos? Sobre este replanteamiento surge el tema de la producción más limpia”¹²

Dentro del documento, se encuentra como punto de partida, una explicación del deterioro ambiental global, exponiendo diferentes problemáticas y situaciones que se presentaban en el ambiente a finales del milenio anterior. Un ejemplo de esta situación es la relacionada a nivel mundial con el transporte:

En las ciudades de los países en desarrollo, el desafío más grande del transporte urbano es mejorar la movilidad de los habitantes y la eficiencia de los sistemas de transporte, a la vez que minimizar los

¹² Ministerio de Medio ambiente. Política Nacional de Producción más Limpia. Colombia. Bogotá. 1997

problemas de contaminación atmosférica asociados con el parque automotor. El número de vehículos automotores a nivel mundial podría crecer de 860 millones de vehículos en 1990 a 1100 millones para el año 2010. Las fuerzas que mueven este crecimiento son varias, incluyendo factores demográficos (urbanización e incremento de la población) y económicos. En términos de aumento poblacional, se estima que para el año 2025 la población total mundial será de 8.3 billones de personas. La mayor parte de este crecimiento poblacional puede ocurrir en los países en desarrollo.

Si bien la mayoría de los vehículos se encuentran en las regiones desarrolladas del planeta (en 1993, los países miembros de la OECD tenían el 70% de los automotores del planeta), se espera que en las economías de los países en desarrollo y en las economías en transición se encuentren los mayores incrementos en el número de vehículos.

Esto es especialmente preocupante por el hecho de que la mayor parte del crecimiento en el número de vehículos se concentra en las zonas urbanas. En países como Irán, Corea, Kenia, México y Tailandia, cerca del 50% de los automóviles se concentra en la capital. En el caso de Colombia esta cifra es cerca del 30%.

Las tasas de propiedad de vehículos más altas del mundo se encuentran en E.U., con 561 vehículos/1000 habitantes en 1993. En los países en desarrollo las tasas de propiedad son mucho más bajas (cerca de 68 vehículos/1000 habitantes en Latinoamérica). Colombia se encuentra muy cerca del promedio latinoamericano (cerca de 70 vehículos/1000 habitantes¹³).

¹³ Ibid.

Inmediatamente se traslada la problemática a Colombia, mostrando los principales problemas a nivel ambiental que el país presentaba por aquellos tiempos, los cuales són:

- i) Las condiciones de libre acceso a los recursos naturales, que ha llevado a tasas de extracción superiores a las socialmente deseables;
- ii) La ausencia de mecanismos que permitan cobrar por el deterioro ambiental;
- iii) La ausencia de estrategias efectivas para el control de la contaminación;
- iv) La existencia de situaciones sociales que inducen a este deterioro, dentro de las cuales se encuentra la pobreza y los bajos niveles educativos de gran parte de la población colombiana, que conllevan al consumo insostenible de los recursos naturales por diversas razones, incluyendo tendencias de consumo poco sostenibles,
- v) El desconocimiento tanto del sector público como del privado de las tecnologías y los métodos más apropiados para prevenir y disminuir la contaminación, y
- vi) La conciencia ambiental en el país sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, es muy reciente¹⁴.

En la política nacional para producción más limpia, se define ésta como “La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente”¹⁵.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Ibid.

En la continuación de este documento, el capítulo #3 realiza la evaluación de la situación actual de Colombia en este tema ambiental e industrial. Explica algunas experiencias a nivel internacional, la cual se basa en las experiencias de los países desarrollados por buscar e implementar estrategias preventivas de la contaminación. En el aparte B de esta sección, se menciona el componente legal que en aquel entonces marcaba la pauta para producción más limpia y menciona estrategias para incentivar a que los industriales apoyen medidas de producción más limpia. Hoy en día, hay nuevas leyes, nuevos decretos y resoluciones que han complementado y han dado un empujón a que se minimice la generación de contaminantes.

Uno de los apartes que llama la atención en el capítulo #3 es el D, que trata sobre los instrumentos para promover la producción más limpia. Estos temas nuevos, traen cierta resistencia al cambio, lo que es normal. El gobierno para atraer industrias a esta nueva modalidad productiva, creó diferentes instrumentos como:

1. Instrumentos económicos

Se han diseñado instrumentos que no tienen objetivos ambientales como los propuestos en los programas de modernización de los sectores productivos. Así mismo, existen 22 instrumentos económicos de carácter ambiental (tasas retributivas, tasas de uso del agua, tasas de aprovechamiento forestal), con problemas en su aplicación que se reflejan en:

- Poca eficiencia en su implementación, por la baja capacidad técnica y administrativa de las autoridades ambientales.
- Baja efectividad, tanto en su contribución al mejoramiento de la calidad ambiental como en su función de incentivar a la prevención y control de la contaminación.

2. Instrumentos fiscales y financieros

Existen los incentivos tributarios de orden ambiental, incluidos en la reforma tributaria de 1995, y la Línea de Crédito CAF-IFI- Ministerio del Medio Ambiente, por un valor total de US \$ 200 millones, para financiar proyectos de reconversión ambiental. En el caso de la Línea de Crédito hay una baja demanda por parte de las empresas debido a los altos costos financieros. No obstante dentro de este problema, debido a la baja capacidad de regulación de las autoridades ambientales no se ha generado incrementos en la demanda por recursos de inversión ambiental.

3. Convenios de concertación

La estrategia para la implementación del programa de producción limpia se ha centrado en la elaboración de convenios de concertación, a partir de la firma del Convenio Marco de Concertación para una Producción Limpia. En este Convenio se establecen las directrices para la elaboración de convenios sectoriales y regionales.

Como resultado de este trabajo se han firmado los siguientes Convenios:

- Regionales: Corredores industriales de Mamonal-Cartagena y del oriente antioqueño.
- Sectoriales: Cultivadores y productores de caña de Azúcar, hidrocarburos, subsector carbonífero, flores y porcicultores.

4. Códigos voluntarios de gestión ambiental

Los Códigos Voluntarios de Gestión, son iniciativas generalmente de carácter privado orientados al mejoramiento continuo de su gestión

ambiental, basados en esquemas de autorregulación y autogestión. En Colombia se ha iniciado el proceso de adopción de algunos de estos códigos como es el caso de Responsabilidad Integral. También se ha comenzado la implementación de algunas de las Normas ISO 14000, en particular lo que hace referencia a los Sistemas de Gerenciamiento Ambiental¹⁶.

Para finalizar, el penúltimo capítulo, en el #4 están escritos los diferentes lineamientos de la política nacional que regirá en Colombia en los años siguientes. Los principios fundamentales de la política son:

Integralidad: I) Articular esta Política con las demás políticas gubernamentales previstas para los sectores productivos, en una Política de Estado, que garantice su estabilidad y continuidad. ii) Integral dentro de su carácter particular, para que sus estrategias no sean vistas como esfuerzos aislados, sino coherentes con las demás políticas ambientales. iii) Mantener un enfoque integral al evaluar toda actividad productiva (incluyendo planes y proyectos), bajo la perspectiva de un análisis de “ciclo de vida”, para priorizar donde se deben concentrar los mayores esfuerzos.

Mantener la **concertación**, en la relación regulador-regulado, como mecanismo de diálogo continuo y constructivo, para alcanzar objetivos y metas más próximos a la realidad del país y garantizar la aplicabilidad de esta política.

La **internalización** de los costos ambientales prevé la inclusión de las externalidades ambientales en la estructura de costos. Esta

¹⁶ Ibid.

internalización debe conllevar a la prevención de la contaminación, a partir de comparar la eficiencia económica versus eficiencia ambiental, al tomar una decisión de inversión.

La **gradualidad** se fundamenta en que adoptar producción más limpia, tiene implicaciones económicas, tecnológicas, ambientales y sociales, para los sectores productivos y para el resto de la sociedad, lo que en un momento determinado puede comprometer su estabilidad económica¹⁷.

Las estrategias necesarias para que la política de producción más limpia sea un éxito y su aplicación sea fundamental para todos los que quieran acogerla se fundamentan “sobre la base de las iniciativas ambientales existentes, tomando de estas lo mejor disponibles y adicionando algunas que han sido utilizadas exitosamente en el contexto internacional, buscando una combinación equilibrada¹⁸”.

Las estrategias propuestas por el gobierno son las siguientes:

- A. Articulación con las demás Políticas gubernamentales.
- B. Establecimiento del Sistema de Calidad Ambiental.
- C. Fortalecimiento institucional.
- D. Promoción de Producción más Limpia.
- E. Promoción de la autogestión y la autorregulación.
- F. Formulación e implementación de instrumentos económicos.
- G. Seguimiento a la Política.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Ibid.

Por otro lado, El Programa de las naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA), dentro de un análisis que hace de la situación en el campo de producción más limpia en Colombia, menciona que “En 2010 la política de producción más limpia fue revaluada para involucrar el concepto de consumo sostenible”. Por lo tanto, ahora la política nacional para producción más limpia está:

“Orientada a cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo por parte de los diferentes sectores de la sociedad nacional, lo que contribuirá a reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental de los bienes y los servicios y estimular el uso sostenible de la biodiversidad como fuentes de la competitividad empresarial y de la calidad de vida¹⁹”

Esta política se complementa con diferentes legislaciones que han sido escritas para diferentes ámbitos ambientales, pero que van encaminados a que las empresas adopten procesos de producción más limpia dentro de sus operaciones y no contaminen el medio ambiente, para que la calidad de vida de las personas, no se vea afectada. Algunos son:

- Política nacional de prevención y control de la contaminación del aire (2010).
- Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (2010).
- Política de gestión ambiental urbana (2008).
- Resolución 909 de 2008. Niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.

¹⁹ Fortalecimiento de las capacidades para las compras públicas sustentables. División de tecnología, industria y economía. PNUMA
<http://www.unep.fr/scp/procurement/docsres/ProjectInfo/ProjectBrochurees.pdf>

- Política nacional para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos (2005).

3.3. MARCO TEÓRICO

3.3.1 Tecnologías limpias

Las tecnologías limpias son definidas como “tecnologías que incluyen productos, servicios y procesos que reducen o eliminan el impacto ambiental de la tecnología disponible actualmente a través del incremento en la eficiencia en el uso de recursos, mejoras en el desempeño y reducción de residuos²⁰”.

La importancia de las tecnologías limpias es que estas “Se han direccionado hacia el uso eficiente de recursos y materiales avanzados y tecnologías energéticas que son promocionadas por incentivos de mercado y condiciones macro-económicas²¹”. Hay varios tipos de tecnologías limpias, cada una con sus características. A continuación, una tabla con las principales clases de tecnología Limpia.

Tipo	Características claves	Ejemplos
Tecnologías limpias para pequeñas y medianas industrias	En pequeñas y mediana industrias se requiere el desarrollo de tecnologías limpias o proveer otros servicios auxiliares. Este sector ofrece un gran potencial y son vitales en la cadena de valor de las tecnologías limpias.	-Aplicaciones de energía solar. -Nicho de productos verdes
Arranque de la tecnología limpia	Son nuevas compañías que comercializan tecnologías verdes como producto e ingresan a los mercados con grandes oportunidades de	-Energías alternativas

²⁰ Universidad nacional a distancia. Definición y conceptos de tecnologías limpias. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358029/ContenidoLinea/leccin_2_definicion_y_conceptos_de_tecnologas_limpias.html

²¹ Ibíd.

	crecimiento.	-Energía solar
Tecnología limpia pura	Usualmente las tecnologías limpias se desarrollan de forma independiente. La mayor parte de los ingresos del negocio son provenientes por la comercialización de estas tecnologías.	-Energía eólica y energía solar.
Productos y servicios ambientales tradicionales	Empresas que proveen servicios de acueducto y gestión de residuos sólidos que incluyen grandes compañías públicas y privadas y un gran de pequeñas compañías gestoras de residuos sólidos, consultoras ambientales, tratamiento de suelos por remediación.	-Gestión de residuos desde la fuente -Tecnologías para control de la contaminación
Subsidiarias	Unidades de negocio dentro de grandes compañías donde se involucran las tecnologías limpias, las cuales son partes pequeñas del negocio global.	-Industria automotriz y de electrodomésticos

Tabla 1. Tipos y características de tecnologías limpias.

Fuente.

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358029/ContenidoLinea/leccin_2_definicion_y_conceptos_de_tecnologias_limpias.html

3.3.1.1 Tecnologías Limpias en Colombia

Las tecnologías limpias en Colombia han surgido gracias a las políticas de producción más limpia que han sido establecidas. Es decir, gracias a la producción más limpia y sus avances, se ha entrado en la implementación y adaptación de tecnologías limpias, ya sean propias o traídas del exterior para aplicarlas en Colombia.

En Colombia, todo surge en el año 1993 con la creación del consejo empresarial Colombiano para el desarrollo sostenible (CECODES). A partir de este momento de la historia ambiental del país, fue que surgieron los temas de producción más limpia y responsabilidad ambiental, como ocurrió en 1994 cuando se instaló el programa de responsabilidad integral, donde se mencionó la responsabilidad ambiental. En el año 1995 se dieron los primeros convenios para la producción más limpia, hasta que en el año 1997 fue desarrollada la política nacional de producción más limpia, la cual fue tratada en el marco legal de este trabajo. Posterior a esto, cada año se dan avances en el tema, llegando a reconversión y utilización de tecnologías limpias.

En la siguiente figura, se muestra los inicios de la producción más limpia.

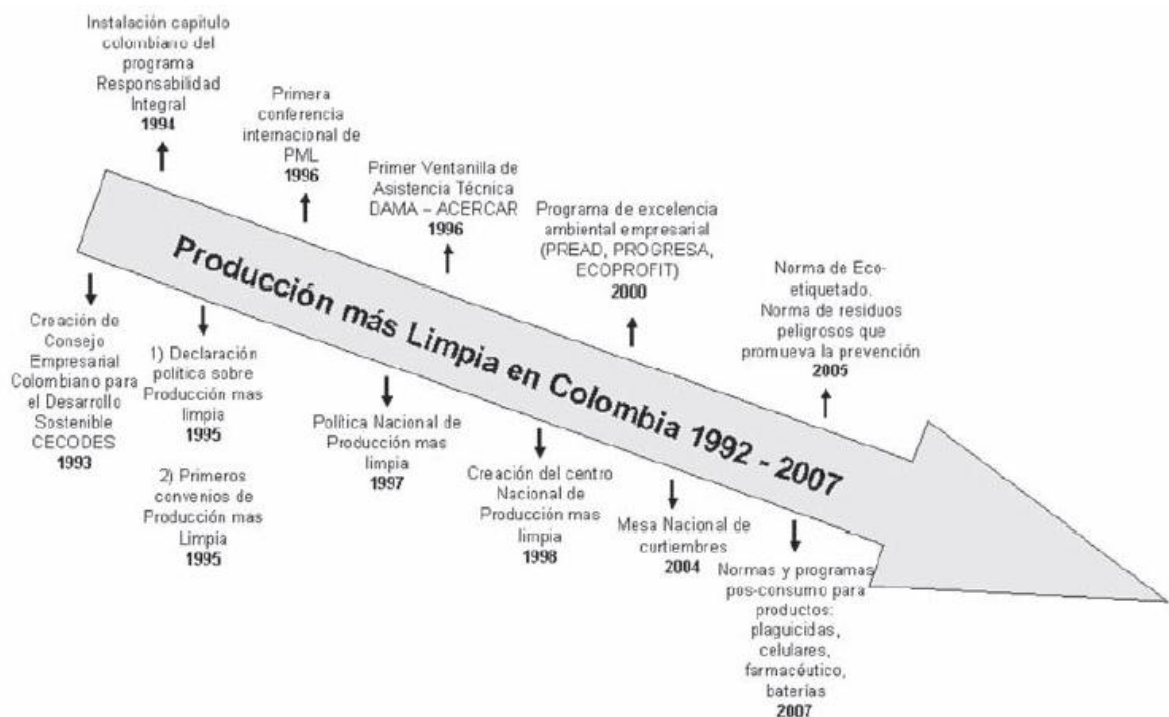


Figura 1. Momentos de la producción más limpia en Colombia.

Fuente. Herrera & van Hoof. La evolución y el futuro de la Producción más limpia en Colombia.

Dada la importancia que ha adquirido el desarrollo de la producción más limpia en el país, se han dado nuevos conceptos y enfoques a la producción más limpia. Esto ha permitido avanzar sobre diferentes ejes positivos y de eficiencia y eficacia en diferentes industrias. Figura 2.

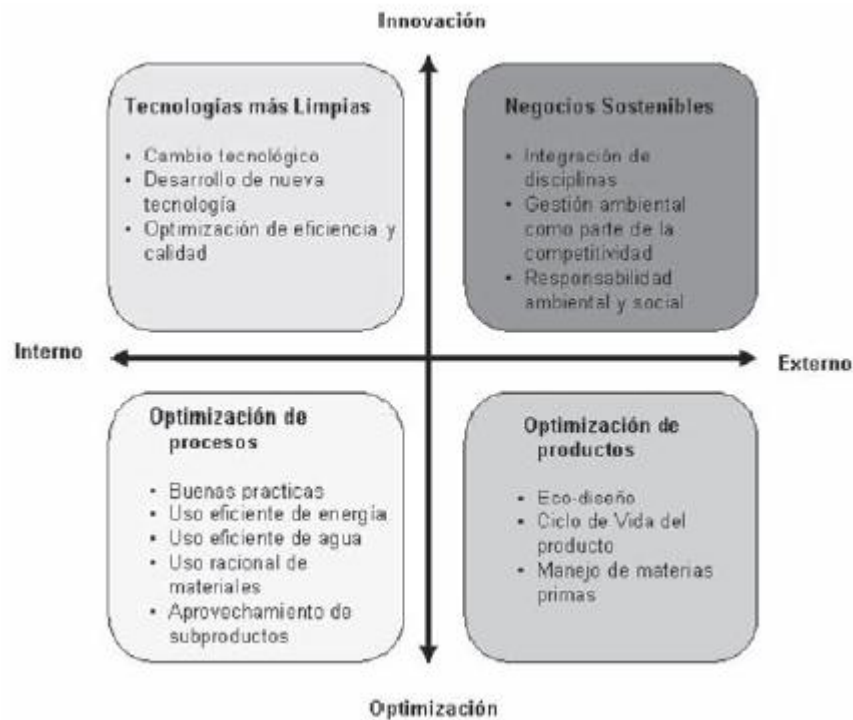


Figura 2. Avances conceptuales en PML como estrategia de gestión ambiental preventiva.

Fuente. Herrera & van Hoof. La evolución y el futuro de la Producción más limpia en Colombia.

Como se observa en la figura, una de las herramientas o avances importantes son las tecnologías limpias, las cuales están dentro de los ejes internos e innovadores, permitiendo desarrollar ideas creativas y amigables con el medio ambiente en las industrias que quieran y estén en capacidad de desarrollarlas y ejecutarlas.

Una de las industrias tanto a nivel internacional como nacional, que más le apuesta a tecnologías limpias, es la industria de transporte, ya sea de personas, o de cargas. Esta industria desde sus limitaciones y problemas económicos, han ido, paulatinamente, entrando en este campo de tecnologías limpias, con grandes retos por afrontar, como disminuir la cantidad de contaminación atmosférica que se genera o diseñar motores más eficientes.

3.3.1.2 Tecnologías limpias en Transporte

Uno de los grandes retos que tiene la industria dedicada al transporte y maquinaria pesada, es la de fabricar vehículos de todo tipo y para diferentes actividades que sean amigables con el medio ambiente. El rendimiento de los vehículos varía acorde al rendimiento del mismo y del motor que tenga, es por eso que “Los fabricantes de esta industria a nivel mundial, están tratando de diseñar un vehículo ultrarendidor. Hay dos opiniones sobre como lograr esto, por una parte, hacer motores más rendidores, Por otra parte, hacer un nuevo tipo motor²²”. Estos son los retos que tiene la industria de transportes para los años venideros.

Las ventajas que ofrecen estos vehículos más rendidores son:

- “Abaratamiento de costos.
- Nuevos avances en el área de baterías eléctricas.
- Diseñar vehículos que funcionen totalmente con Biocombustibles.
- Aplicación y adaptación de conocimientos y tecnologías a diferentes medios de transportes además de vehículos²³”.

²²Recuperado de <http://www.resumido.com/es/libro.php/503>

²³ Ibíd.

Dentro de esta última ventaja, se encuentra el producto OilMate, el cuál fue probado en vehículos pesados y ha sido aplicado a vehículos de transportes livianos, militares y en barcos, por mencionar algunos ejemplos.

Uno de los problemas que traen consigo la industria automotriz y de transporte es la generación de contaminantes que afectan al ambiente. Contaminantes como las emisiones atmosféricas y la generación de residuos peligrosos son problemas que se han convertido en materia de estudio para evaluar el impacto de los mismos en el ambiente y de que forma se pueden contrarrestar adecuadamente.

3.3.1.3 Emisiones Atmosféricas

Las emisiones atmosféricas se definen como “la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables²⁴”. Por lo tanto, las emisiones atmosféricas tienen una afectación importante en la calidad del aire de una zona, ya sea local, regional o nacional, dependiendo del enfoque que uno quiera hacer.

Algo muy importante que se debe tener en cuenta es que “los procesos fisico-químicos que se producen en la atmósfera, la meteorología y la orografía condicionan enormemente los procesos de dispersión y transporte de estos contaminantes²⁵”. Debido a estos procesos naturales, el impacto ambiental de las emisiones atmosféricas será en mayor o menor medida.

²⁴ Contaminación por emisiones atmosféricas. Recuperado de <http://contaminacionambientaldelplaneta.blogspot.com/2010/03/contaminacion-por-emisiones.html>

²⁵ Díaz, J. & Linares, C. (2010). Las causas de la contaminación atmosférica y los contaminantes atmosféricos más importantes. Observatorio de Medio Ambiente en España 2010 de DVK seguros y ECODES “Contaminación atmosférica y Salud”

Dependiendo del origen de la emisión se pueden clasificar en “Primarios, los cuáles son los que se emiten desde los focos emisores, y los Secundarios, que son aquellos que se forman por reacciones químicas en la atmósfera a partir de los primarios²⁶”. Esta no es la única clasificación que uno puede encontrar, también se pueden clasificar según su estructura.

Dependiendo de la estructura molecular, las emisiones pueden ser partículas o gases. Las partículas son “contaminantes atmosféricos más complejos, ya que engloban un amplio espectro de sustancias, tanto sólidas como líquidas, procedentes de diversas fuentes²⁷”. Las partículas más comunes de encontrar en el ambiente son las PM10 y las PM2,5.

PM10 (Partículas gruesas o de diámetro aerodinámico = 10µm) suelen ser generadas naturalmente, siendo contaminantes primarios.

PM 2,5 (Partículas finas o de diámetro aerodinámico = 2,5µm) son más tóxicos ya que son de origen artificial, especialmente de reacciones de combustión y son formadas por partículas secundarias como sulfatos e hidrocarburos aromáticos.

La otra clasificación son los gases, estos “son sustancias de forma gaseosa, de diversa naturaleza y con comportamientos y dinámicas químicas muy diferentes. Algunos se emiten de forma natural, además de por las actividades humanas. Mientras unos son emitidos directamente a la atmósfera, otros son fruto de reacciones químicas en la atmósfera²⁸”. Algunos ejemplos son:

- Compuestos de azufre. Asociados al contenido en azufre de los combustibles fósiles.

²⁶ Ibid.

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid.

- Compuestos de nitrógeno. Proviene de los combustibles fósiles usados para el transporte.
- Óxidos de carbono. Son los relacionado al monóxido de carbono (CO) y al dióxido de carbono (CO₂).
- Compuestos orgánicos volátiles. Proviene de hidrocarburos y derivados de estos.

3.3.1.3.1 Efectos de las emisiones atmosféricas en el medio ambiente.

Los efectos de las emisiones atmosféricas pueden ser locales, nacionales o globales, todo depende del comportamiento de estos contaminantes y sus características. Los efectos principales efectos causados por las emisiones atmosféricas son:

Lluvias ácidas: Los primeros efectos de estas lluvias se registraron en los años de 1960, en Suecia, donde varios lagos mostraron acidificación. “La acidificación en agua tiene efectos muy graves sobre ecosistemas acuáticos. Los organismos integrantes de ecosistemas de agua dulce son sensibles a la acidificación, produciéndose cambios en todos los niveles tróficos²⁹”. El problema que tiene la acidificación es que aumenta el número de iones de aluminio disueltos en el agua. “El ión aluminio es muy tóxico para la mayor parte de los organismos y se cree que la causa última de la muerte de las poblaciones de peces en lagos acidificados se debe al envenenamiento por aluminio³⁰”.

En los suelos, la resistencia a la acidificación del agua es mayor. “Uno de los efectos más importantes de la acidificación del suelo es el incremento de la

²⁹ La contaminación atmosférica. Recuperado de <http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf6d.html>

³⁰ *Ibíd.*

movilidad con las consiguientes pérdidas por lixiviación de ciertos cationes metálicos de carácter básico tales como el calcio, magnesio, potasio y aluminio³¹.

Efecto Invernadero: El cambio climático de los últimos 20 años puede ser debido a la acumulación de contaminantes en la atmósfera, varios de ellos que han provocado un aumento de los gases que generan el efecto invernadero. “El incremento de CO₂ en la atmósfera es debido a las alteraciones que las actividades humanas producen en el ciclo biogeoquímico ya que la combustión de combustibles fósiles y el aumento de incendios forestales producen grandes cantidades de CO₂, ayudado a su vez por la tala indiscriminada de árboles, deforestación, degradación del suelo y creciente desertificación³²”. Entre mayor sea la cantidad de CO₂ en la atmósfera, mayor será el cambio en la temperatura del planeta. Si se llegase a duplicar la cantidad de CO₂ que hay actualmente en la atmósfera, la temperatura podría subir tres o cuatro grados centígrados, causando cambios climáticos severos.

Efectos sobre la Estratósfera: El efecto principal esta dado por los clorofluorocarbonos, “los cuales pueden provocar una disminución de la concentración de ozono en la estratósfera. La capa estratosférica de ozono protege la superficie de la tierra de una exposición excesiva a los rayos solares ultravioletas, actuando como filtro. Una disminución sería perjudicial para la salud humana y la biósfera³³”.

Efectos como cáncer de piel en seres humanos o efectos negativos en los organismos naturales que son sensibles a cambios en la radiación solar pueden ser algunos ejemplos que surgen de la disminución del ozono estratosférico.

³¹ Ibid.

³² Ibid.

³³ Ibid.

3.3.1.4 Residuos Peligrosos

Actualmente, los residuos peligrosos son considerados como fuentes de riesgo para el medio ambiente y la salud. Estos residuos generados a partir de actividades industriales, agrícolas, de servicios y aún de las actividades domésticas, constituyen un tema ambiental de especial importancia en razón de su volumen cada vez creciente como consecuencia del proceso de desarrollo económico. Su problemática se asocia a diversas causas como por ejemplo, la presencia de impurezas de los materiales, la baja tecnología de proceso, las deficiencias de las prácticas operacionales o las características de los productos y sustancias al final de su vida útil, entre otras. Los casos que generan la mayor preocupación social se derivan de los efectos evidenciados sobre la salud y el medio ambiente, resultantes de una disposición inadecuada de este tipo de residuos³⁴.

Como ya fue definido, los residuos peligrosos son “aquellos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radioactivas pueden causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente³⁵” Con el solo hecho de tener una de estas características, una sustancia o un residuo es considerado peligroso, incluso, puede tener varias de estas características, por lo que su cuidado al manipularlo o disponerlo debe ser mayor.

Colombia por su parte, no es ajena a la problemática de los residuos peligrosos, la cual se ve enfatizada por ser un país con una economía en crecimiento, un sector manufacturero conformado en su mayoría por Mipymes, una tradicional vocación agrícola y la existencia de un alto

³⁴ Ministerio de Medio Ambiente. Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bogotá. Colombia. 2005

³⁵ Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 4741 de 2005. Prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Bogotá. Colombia. 2005

índice de informalidad en el área comercial, con escasas capacidades técnicas y recurso humano para el manejo de estos residuos. El conocimiento de la problemática se encuentra en construcción, sin embargo, se considera que los propósitos para solucionar la problemática ocasionada por los residuos o desechos peligrosos no pueden aplazarse, sobre todo de la realización de estudios y obtención de mejores cifras. Por lo tanto, el planteamiento de esta política, obedece a una estrategia que pretende la búsqueda de espacios de trabajo alrededor de los diferentes enfoques con responsables e instrumentos que permitan ir construyendo el contexto de la problemática pero simultáneamente ir avanzando en su solución³⁶.

Los residuos peligrosos se pueden clasificar en:

- Infecciosos o de riesgo biológico: Son aquellos que contienen microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueda producir una enfermedad infecciosa.
- Biosanitarios: Son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente humano o animal.
- Anatomopatológicos: Son los provenientes de restos humanos, muestras para análisis, incluyendo biopsias, tejidos orgánicos amputados, partes y fluidos corporales, que se remueven durante necropsias, cirugías u otros procedimientos.
- Cortopunzantes: Son aquellos que por sus características punzantes o cortantes pueden dar origen a un accidente percutáneo infeccioso.

³⁶ Ministerio de Medio Ambiente. Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bogotá. Colombia. 2005

- Residuos químicos: Son los restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminados con éstos, los cuales dependiendo de su concentración y tiempo de exposición tienen el potencial para causar la muerte, efectos adversos a la salud y el medio ambiente,
- Fármacos: Son aquellos medicamentos vencidos, deteriorados y/o excedentes de sustancias que han sido empleadas en cualquier tipo de procedimiento.
- Citotóxicos: Son los excedentes de fármacos provenientes de tratamientos oncológicos y elementos utilizados en su aplicación.
- Metales pesados: Son objetos, elementos o restos de éstos en desuso, contaminados o que contengan metales pesados como: plomo, cromo, cadmio, antimonio, bario, níquel, estaño, vanadio, zinc, mercurio.
- Reactivos: Son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente.
- Aceites usados: Son aquellos aceites con base mineral o sintética que se han convertido o tornado inadecuados para el uso asignado o previsto inicialmente.
- Residuos radioactivos: Son sustancias emisoras de energía predecible y continúa en forma alfa, beta o de fotones, cuya interacción con materia puede dar lugar a rayos x y neutrones.

3.3.1.4.1 Efectos de los residuos peligrosos en el medio ambiente

Contaminación del recurso hídrico: Los residuos peligrosos “ocasionan la pérdida de oxígeno en los cuerpos de agua. También puede generar problemas de salud a la comunidad³⁷”.

Contaminación de aguas subterráneas: Los lixiviados tóxicos que se generan de estos residuos “se pueden filtrar al suelo y contaminar las fuentes hídricas subterráneas y a su vez, las superficiales pueden afectar la calidad del recurso hídrico y a la salud humana³⁸”.

Contaminación visual: “Esta relacionado con el impacto visual, es decir, si algún sitio, zona o paisaje en el cual se realice una inadecuada disposición de residuos peligrosos puede afectar la salud de los individuos y contaminar este lugar³⁹”.

Todos estos problemas mencionados es lo que se intenta evitar al desarrollar tecnologías limpias, como es el caso del producto OilMate. Este producto es una tecnología limpia que disminuye la generación de residuos peligrosos como filtros de aceites y aceites usados, y también disminuye la emisión de partículas y gases a la atmósfera,

3.3.2. Definición Producto OilMate

El producto OilMate es “un sistema avanzado de administración de lubricante, que permite ampliar los cambios de aceite desde 4000Km hasta 400.000km y de filtros hasta 40.000km⁴⁰”. Esto se logra mediante un proceso de cambio prolongado y automático del aceite usado del motor por aceite limpio.

³⁷ Castrillón, V. Conozcamos los residuos o desechos peligrosos. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia.

³⁸ Ibid.

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Gestión y Administración de Fluidos (GAF). Manual especificaciones técnicas OilMate, p. 1.

OilMate es “un sistema de renovación continua de aceite de diseño electro-mecánico que inyecta aceite en una proporción controlada proporcional al combustible consumido en el sistema de combustible, que previene la degradación del aceite del motor e incrementa significativamente los intervalos de cambio de aceite y extiende la vida útil de los filtros⁴¹” (ver Figura 3) por lo cual el motor siempre estará operando con aceite en condiciones óptimas de limpieza, viscosidad y lubricidad.

El producto OilMate puede ser instalado en cualquier tipo de motor, ya sea móvil o estacionario, no afecta ni el flujo ni la presión de operación. Se debe aclarar que esta tecnología no sustituye al sistema de filtración que traen todos los vehículos, el cual es diferente a la tecnología OilMate.

Instalación de la Tecnología OilMate.

3.3.3.1 Requisitos Previos

Al momento de instalar el producto, se debe verificar que cumpla con ciertas condiciones que permitan desarrollar un análisis confiable sobre cómo va a comportarse el sistema en cuanto los períodos de reemplazo del aceite. Algunos datos relevantes para la implementación de la tecnología OilMate son:

- Número de identificación del motor o vehículo
- Tipo de motor
- Capacidad de aceite del motor en cárter (gal)
- Período regular de cambio de aceite y filtros (km o Hr)
- Consumo regular de aceite del motor (gal)
- Tipo de aceite

⁴¹ García, H. & Zamora, S. P.2. Manual de instalación y operación. Bogotá. Colombia. Cummins de los Andes.

3.3.3.2 Características Técnicas

El producto OilMate consta de un kit compuesto de una válvula servo accionado, es decir, una válvula que regula la presión y la temperatura así como la función todo/nada de un sistema, en este caso, de aceites; un tanque de almacenamiento con sensor de nivel y un temporizador. A continuación se explica detalladamente el componente principal del Kit: La válvula OilMate.

- ✓ Válvula OilMate™: “Es un servo válvula accionada por medio de un electro válvula, la cual viene configurada a 12VDC y 24VDC para instalar según el voltaje al que opere la instalación eléctrica del motor⁴²”.



Figura 3. Producto OilMate

Fuente. Manual de Especificaciones técnicas. GAF.

Esta válvula tiene cuatro vías, dos posiciones. La #1 es la vía que trae el aceite del tanque auxiliar (limpio) para ser enviado hacia el motor por la línea #2. La línea #3

⁴² Gestión y administración de fluidos (GAF). Op. Cit., p. 2

es la que recibe el aceite sucio del motor a la presión de operación de este, mientras que la línea #4 transporta el aceite usado hacía el tanque de combustible⁴³.

3.3.3.3 Instalaciones Hidromecánicas

Se deben instalar cuatro (4) mangueras hidráulicas (ver Figura 4) donde:

- La primera será la conexión hidráulica, la cual esta predeterminada entre el tanque de compensación (reserva de aceite) y la válvula de accionamiento mecánico.

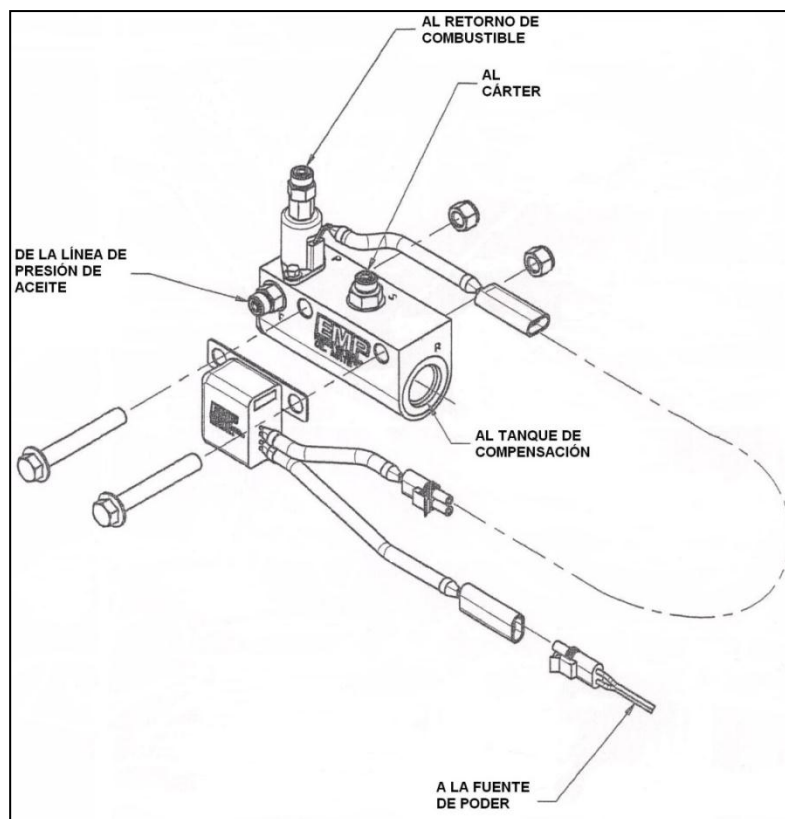


Figura 4. Esquema de instalación del *OilMate*.

Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

⁴³ Ibid.

- Las tres conexiones hidráulicas restantes deben ser conectadas entre el cuerpo de la válvula y sus correspondientes puntos en el motor, de las cuales una se desprende del electro válvula.

Como se puede apreciar, el producto OilMate consta de tres mangueras conectadas al motor, las cuales deberán ser de referencia estándar No. 4 para este tipo de aplicaciones. Cada uno de los accesorios de conexión en la válvula son machos 9/16-18" ORFS⁴⁴.

3.3.3.3.1 Ubicación de la Válvula

La válvula puede estar cerca al motor, al tanque de combustible o en lugares intermedios según la necesidad y los requerimientos del cliente. Si se va a ubicar en el bloque del motor cerca de la línea de retorno de combustible, se debe tener en cuenta que la presión manométrica medida en la línea de retorno más las perdidas primarias y secundarias por accesorios que en todo caso no podrán superar e igualar los 2 psi.

“La presión máxima en el retorno de combustible al cual *Oil-Mate* puede empujar aceite es aproximadamente 2 psi. Normalmente el lado del retorno de combustible tiene una presión de succión así que no es un asunto importante, pero si a considerar”⁴⁵.

De ninguna manera se conectan los ductos en el lado de entrada del combustible mientras haya usualmente una presión positiva con la que la válvula no pueda empujar aceite. Dado el caso que la línea de retorno de combustible no es

⁴⁴ Siglas de O-ring Face Seal Fittings.

⁴⁵ García, H. & Zamora, S Op. Cit., p. 8.

accesible en el vehículo, se podrán conectar los ductos directamente al tanque de combustible.

Algo muy importante para el producto OilMate que se debe tener en cuenta, independiente mente que aplicación se le vaya a dar (industriales, agrícolas, mineras, etc.) es que el sitio seleccionado para colocar el producto debe proveer protección térmica y protección mecánica contra escombros u objetos contundentes (piedras, tierra, minerales, etc.) que puedan afectar negativamente las partes eléctricas, mecánicas e incluso las mangueras del producto OilMate.

3.3.3.3.2. Cuerpo de la Válvula Piloteada

Está compuesta por dos válvulas, una más pequeña roscada sobre el cuerpo de la otra que posee una leyenda donde se puede ver el voltaje de operación.

La más pequeña se le considera técnicamente como un electro-válvula monoestable de tres vías dos posiciones con retorno por muelle, normalmente cerrada con voltaje de operación a 12V o 24V CC. La segunda válvula es de accionamiento hidráulico y su bobina es accionada por el electro-válvula, por consiguiente se le designa técnicamente como una válvula piloteada de cuatro vías dos posiciones con retorno por muelle normalmente en posición cerrada⁴⁶.

3.3.3.3.3. Instalación del Tanque de Compensación

Oil-Mate cuenta con un tanque de compensación o de reserva de cinco (5) galones que sirve para el almacenamiento del aceite nuevo. Este tanque posee un indicador de nivel con un testigo que va al tablero o panel principal para notificar al

⁴⁶ Ibid, p. 9.

operador del equipo que debe recargar el tanque en el siguiente lugar de parada. (Ver Figura 5).

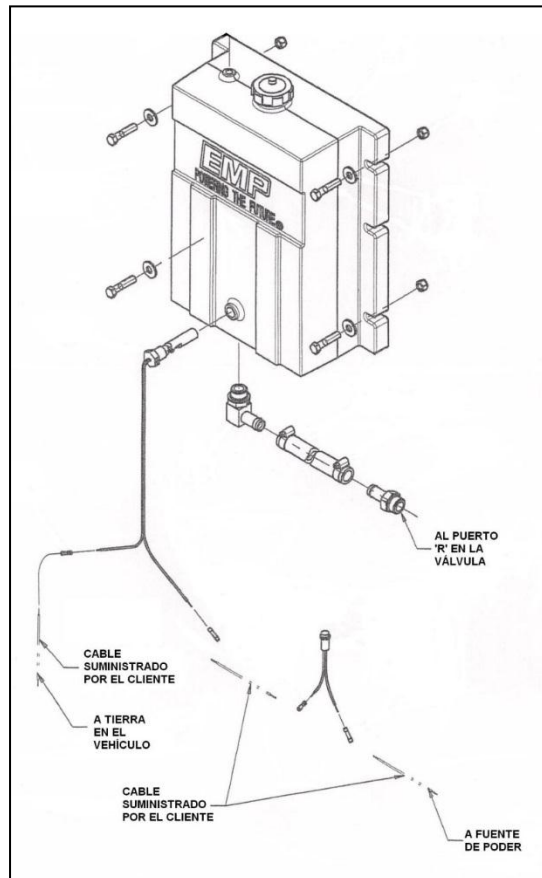


Figura 5. Despiece del tanque.

Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

Para ubicar este tanque es necesario cumplir algunos requerimientos mínimos para su montaje, ejemplo de ellos, la altura máxima y/o mínima sobre el nivel de instalación de la válvula. En algunos casos se requerirá la construcción de un soporte, según la aplicación del motor (ver Figura 6).

Nivel máximo. El tanque debe estar anclado en un lugar donde la distancia vertical entre el eje de la válvula de accionamiento mecánico

y el nivel superior de aceite dentro del tanque de compensación sea máximo de 3050 mm aproximadamente -10 pies o 120 pulgadas-.

Nivel mínimo. El tanque debe estar anclado en un lugar donde la distancia vertical entre el eje de la válvula de accionamiento mecánico y el nivel inferior de aceite dentro del tanque de compensación sea mínimo de 1820 mm aproximadamente -6 pies o 72 pulgadas-⁴⁷.

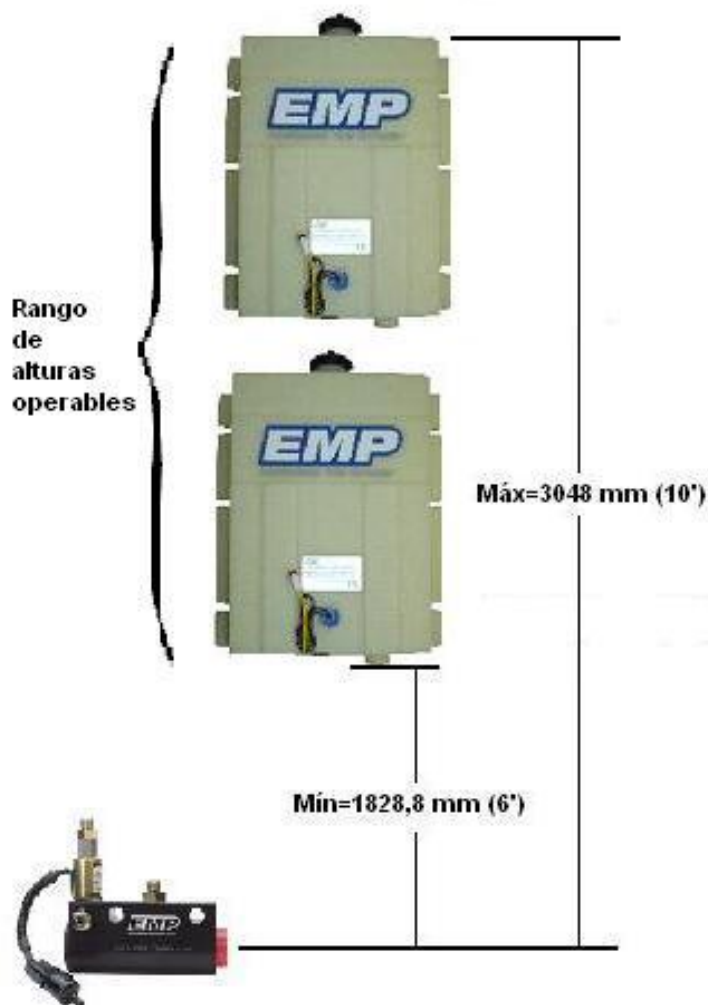


Figura 6. Especificaciones para el montaje del tanque
Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

⁴⁷ Ibid., p. 13.

Escoger un lugar para el montaje del tanque de compensación del sistema de administración de aceite es primordial para el correcto funcionamiento del producto OilMate. No debe ser colocado directamente sobre el motor. El tanque se coloca en un sitio que permita que la tapa de llenado sea de acceso sencillo y las revisiones visuales puedan ser hechas fácilmente.

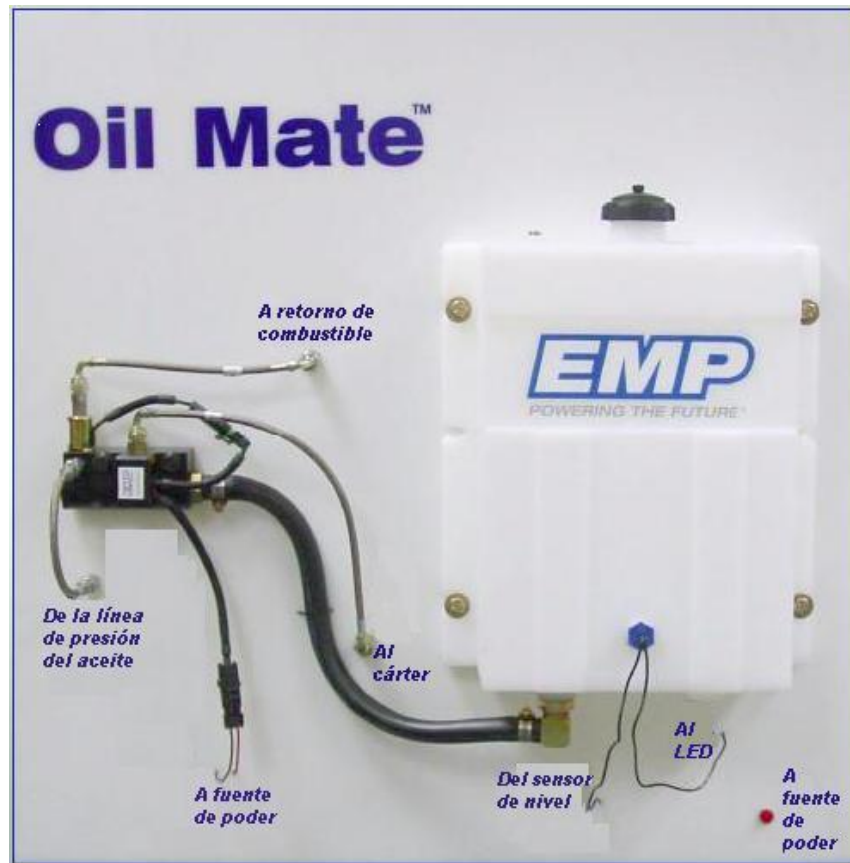


Figura 7. Esquema del montaje del Oil-Mate
Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

Un aspecto principal instalar el sensor provisto para nivel bajo de aceite en el puerto frontal roscado del tanque y se coloca el sensor con la flecha apuntando hacia arriba. El tanque se ubica en el lugar elegido usando al menos tres de las seis ranuras de montaje para tornillos suministrados con el tanque.

El sensor electro-mecánico detecta el nivel del fluido e informa por medio de un indicador de nivel en el panel de instrumentos estándar

del conductor convenientemente ubicado (indicador de panel). Los conectores y cables comunes o estándar están disponibles en varias longitudes.

Detecta niveles de fluido desde lleno hasta vacío en tiempo real con mayor precisión de la lectura del nivel de aceite contra mediciones manuales. El nivel de brazo (flotante) puede ser personalizado para diferentes aplicaciones. Es un sensor multi-fluido⁴⁸.

3.3.3.4. Instalación Eléctrica

3.3.3.4.1. Condiciones eléctricas

- Los circuitos eléctricos y relevos del *Oil-Mate* son instalados cuando el espacio interno de la caja de fusibles o conectores del vehículo lo permita (ver detalle de conexión eléctrica *Oil-Mate* en la Figura 8, círculo rojo).

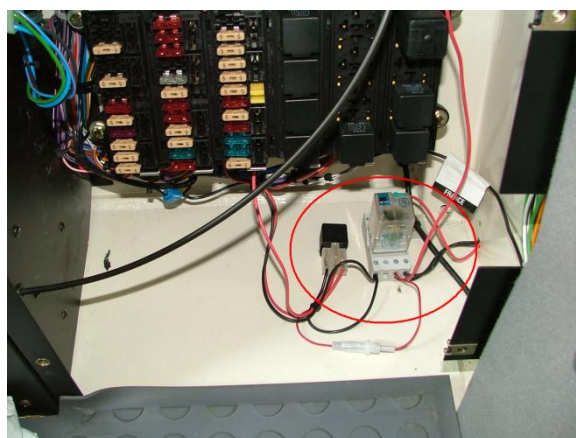


Figura 8. Tablero de fusibles de un vehículo
Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

Unas recomendaciones para hacer las instalaciones eléctricas de la tecnología Limpia OilMate son:

- El *Oil-Mate* no debe estar conectado directamente a la batería

⁴⁸ Ibid., p. 14.

del equipo. Si esto se lleva a cabo el controlador temporizado y la electro válvula, estarán energizadas las 24 horas, reduciendo la vida útil de estos.

- El *Oil-Mate* debe estar conectado únicamente a las baterías a través de un relevo o contactor a un contacto N.A. (Normalmente Abiertos) que interrumpa los cables de alimentación procedentes de la batería hacia el controlador temporizado. Para efectos este relevo se denominará como Relevo del Circuito de Potencia (RCP)⁴⁹.

3.3.3.3.5. Descripción de Partes Eléctricas

- **Sensor de nivel del tanque de compensación.** Interruptor accionado por la flotación de una pieza abatible que lo compone, que permite el paso de corriente (ver Figura 9).



Figura 9. Sensor de nivel del tanque de compensación
Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

- **Relevos o contactores.** Con contactos para una capacidad nominal mínima de 0,5 A y máxima de 15 A (12 o 24 voltios CC.) que posean por lo menos dos contactos: uno abierto y uno cerrado, con capacidad de cambiar de estado simultáneamente al energizar la bobina del mismo.

⁴⁹ Ibid., p. 15.

“Los relevos pueden ser de modelo industrial, con cinco pines con base de anclar en riel omega con rosca para roscar o relevo automotriz con base aérea o uno de cinco pines de las mismas características, dos para la bobina de accionamiento, un pasador del contacto común, un pasador contacto abierto y un pasador contacto cerrado⁵⁰” (ver Figura 10).

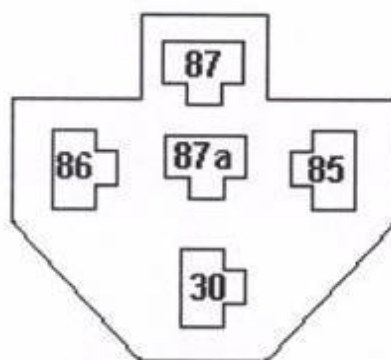
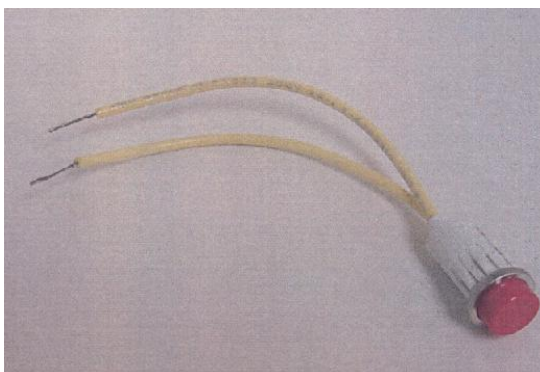


Figura 10. Soporte para fusible con fusible de ½ amperio y terminales
Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

- **Testigo.** Bombillo testigo o el ‘ojo de buey’. Puede ser de 12 o 24 voltios según el sistema eléctrico del equipo. En última instancia puede utilizarse un bombillo resistivo estándar de gran durabilidad (ver Figura 11).



⁵⁰ Ibíd, p. 16.

Figura 11. Indicador de nivel bajo de aceite del tanque de compensación

Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

- **Porta fusibles.** Porta fusibles aéreo con fusible cilíndrico del diseño de vidrio graduado a 0,5 amperios (ver Figura 12).

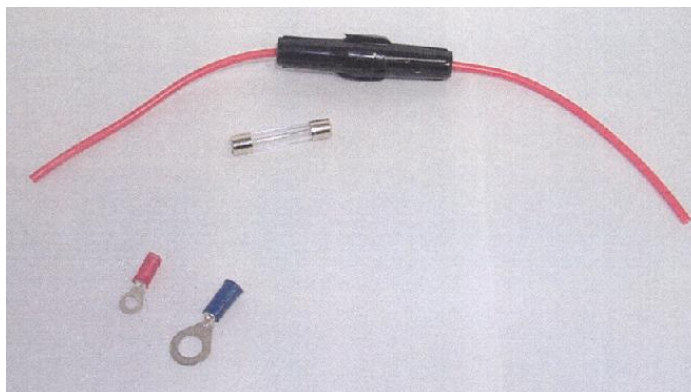


Figura 12. Soporte para fusible con fusible de $\frac{1}{2}$ amperio y terminales

Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

- **Bombillo indicador del nivel bajo de aceite**

En la cabina de mando o panel del vehículo se coloca el indicador de luz para nivel bajo de aceite el cual es accionado por el sensor de nivel instalado en el tanque de compensación de aceite nuevo. El indicador debe estar en un lugar visible para que el operador del vehículo y personal de mantenimiento puedan apreciarlo.

La Figura 13 muestra el sistema eléctrico del sistema *Oil-Mate*. Las longitudes de los cables varían dependiendo de la ubicación de los componentes. Hay un cable rojo y negro que viene del conector etiquetado "*To power supply*" ("A fuente de poder").

Pueden observarse en esta figura los cables rojos y negros desde el conector, conectores rojos de ensamble, y componentes relevo con terminales relevo de estilo trenzado.

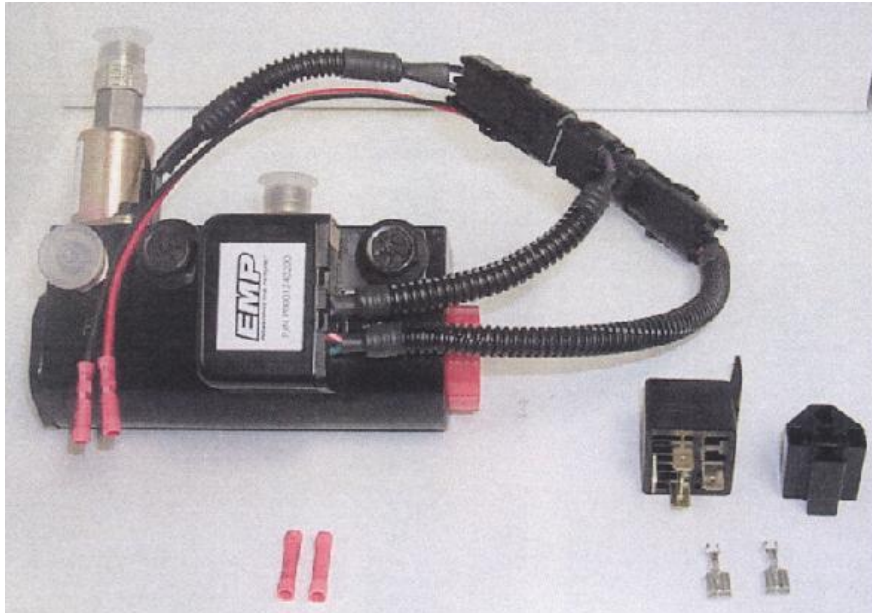


Figura 13. Válvula y controlador *Oil-Mate*
Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

El procedimiento o los pasos para terminar la instalación del producto OilMate son:

- “Recargue el motor con aceite lubricante nuevo para motor.
- Reemplace los filtros de aceite lubricante para motor
- Reemplace el filtro de combustible del motor con un filtro limpio de combustible por las instrucciones proporcionadas con el filtro⁵¹”.

Para la puesta en marcha del motor con la válvula *OilMate* activa se debe:

- “Llene el tanque de compensación con aceite limpio y tape el tanque. Este se encuentra lleno de aire y es necesario evacuarlo para garantizar su buen

⁵¹ Ibid, p. 20.

funcionamiento

- Reconecte todos cables de batería
- Realice pruebas dirigidas a verificar el funcionamiento del sistema⁵².

3.3.3. Operación

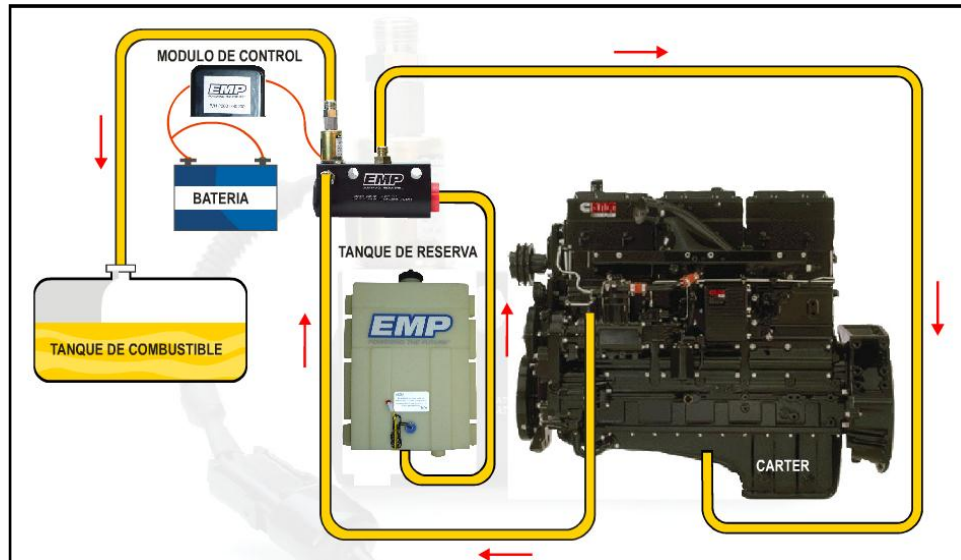


Figura 14. Diagrama de funcionamiento del *OilMate*

Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

El sistema remueve una pequeña cantidad de aceite del cárter (caja metálica que aloja los mecanismos operativos del motor) y lo mezcla con el combustible para ser consumido, mediante la combustión normal; eliminando los lugares para disposición de aceite usado y reemplazándolo por un reservorio para el cambio de aceite nuevo. Simultáneamente, a través del servo-válvula se adiciona la misma cantidad de aceite fresco desde el tanque auxiliar al motor. Ese proceso puede continuar aproximadamente por 4,000 horas antes que el aceite del cárter sea drenado y reemplazado con aceite fresco. El sistema no hace reposiciones por aceite consumido por el motor a través de los gases de escape, que es quemado

⁵² Ibid, p. 22.

o, por fugas en el sistema.

El intercambio de aceite usado por nuevo que hace el sistema es a través del mismo servo-válvula que se activa con un electro-válvula de 12 o 24 voltios según el sistema eléctrico del vehículo (como se describe más adelante).

Esta válvula tiene cuatro vías, dos posiciones (ver **Figura 15**). La (1) es la vía que trae el aceite limpio del tanque de compensación para ser enviado hacia el motor por la línea (2). La línea (3) es la que recibe el aceite usado filtrado del motor a la presión de operación de este, mientras que la línea (4) transporta el aceite usado hacia el tanque de combustible.



Figura 15. Vías de la válvula *OilMate*
Fuente. Manual de Instalación *OilMate*. GAF.

Todo este sistema permite controlar el intercambio de aceite del motor de forma tal, que siempre funcione con aceite de óptima calidad, cumpliendo con los parámetros de lubricidad, cantidad de aditivos y limpieza requeridos y de manera que su consumo no se vea acrecentado.

Adicionalmente, para el control de los intervalos de cambio, cuenta con un temporizador programable de acuerdo al tipo de motor (ver **Figura 16**).

Estos intervalos de cambio son determinados y encontrados en función de la capacidad del sistema de lubricación (gal.), el tipo de motor, la razón de uso del combustible (gph), la relación de combustión (%) y otras variables catalogadas, que afectan la configuración del sistema.



Figura 16. Controlador de secuencia *On/Off*
Fuente. Manual de Instalación OilMate. GAF.

OilMate descarga una pequeña cantidad de aceite dentro del tanque de combustible tan pequeña, que se disuelve en el combustible diesel (ACPM), de manera tal que su efecto es insignificante. La proporción de aceite en ocho (8) horas de trabajo en condiciones corrientes o de fábrica es de aproximadamente 864 ml al día contra 302.800 ml de combustible promedio, dando una relación de mezcla de 0,28%.

El Sistema *OilMate* está configurado por defecto para circular aproximadamente media onza (14,7 ml) de aceite cada 1130 segundos. A esta relación, el tanque de compensación necesitaría ser rellenado con aceite fresco cada 315 a 340 horas de operación por configuración de fábrica. Pero las condiciones de servicio son distintas para todos los vehículos y es muy probable se solicite una configuración personalizada que se adapte mejor a sus condiciones de trabajo.

Al operar el *OilMate*, el único mantenimiento que necesita hacerse al sistema es llenar su tanque de compensación con aceite limpio cuando esté corriendo en bajo. Si el nivel del tanque es menor que medio ($\frac{1}{2}$) galón, la luz indicadora se iluminará, recordando que hay que llenar el tanque. Si se está corriendo el motor bajo en aceite y no se tiene aceite fresco disponible para rellenar el tanque de compensación, puede deshabilitar el *OilMate*.

3.3.4. Ventajas y Desventajas

El producto *OilMate* tiene grandes beneficios como:

- Un nivel constante de limpieza
- Reposición de aditivos.
- Protección del motor mejorada.
- Extiende la vida útil del aceite de motor hasta 525,000 millas y hasta las 4000 horas de utilización.

- Extiende la vida útil del filtro de aceite hasta 100,000 millas y hasta las 1000 horas de utilización.
- Reduce los costos relacionados al mantenimiento de aceites.
- Reduce la disposición del manejo de los residuos o desperdicios del sistema de lubricación y aceites.
- Convierte aceite usado en energía productiva.

Sus aplicaciones más comunes son:

- Vehículos para cualquier terreno.
- Marinos
- Generación de energía
- Militar
- Minería

3.3.5. Beneficios Ambientales

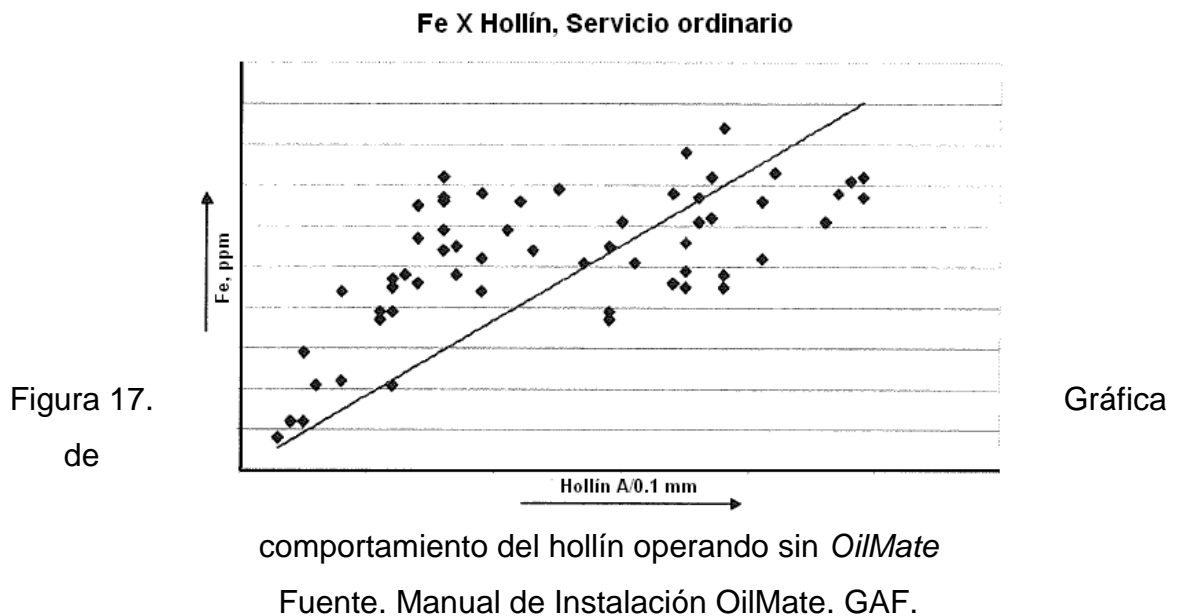
Los principales beneficios ambientales que ofrece este producto están relacionados con la disminución de los residuos peligrosos que se generan en la industria automotriz y de transporte. Otra disminución importante es la cantidad de emisiones atmosféricas que se generan a la atmósfera, producto de la mejora en el rendimiento del filtro de aceites.

Cantidad de Filtros de aceite y de aceites consumidos. La extensión en la vida útil del filtro de aceite y de la cantidad de galones de aceite que se consume en los vehículos es una de las ventajas ambientales que tiene el producto OilMate. Con esta condición del producto, la cantidad de estas sustancias químicas, y por lo tanto, luego de su utilización, residuos peligrosos, va a disminuir notoriamente, por lo que los pasivos ambientales por disposición de residuos peligrosos disminuirá, generando una mayor y mejores inversiones en los aspectos ambientales de la

empresa.

Reducción de emisiones. Otro impacto que tiene el producto es la disminución o emisiones atmosféricas menos contaminantes. Casos como el hollín, por ejemplo, los sedimentos que pueda transportar el lubricante, no generan ningún riesgo al motor ya que son desechos perfectamente filtrables por la configuración del sistema de filtración original de los vehículos. Si por algún motivo externo el sistema dejara de funcionar, el sistema de lubricación sigue operando como lo haría normalmente sin el OilMate sin arriesgar la integridad del motor.

Un servicio ordinario de aceite fuerza los aditivos del aceite a lo largo del uso antes que un drenado normal ocurra (ver Figura 17). El aumento en la formación de hollín satura la dispersancia del aceite durante el tiempo resultando en el desgaste creciente del motor y en la obstrucción de los filtros de aceite. Después del drenaje, el aceite limpio reemplaza la carga aditiva que será extenuada con el tiempo. La relación entre hollín y el desgaste del motor en un servicio normal es mostrada en la siguiente gráfica (sin *OilMate*).



A continuación se muestra una el comportamiento del hollín con el producto OilMate, mostrando las ventajas que tiene esta tecnología en la disminución y control de emisiones de hollín.

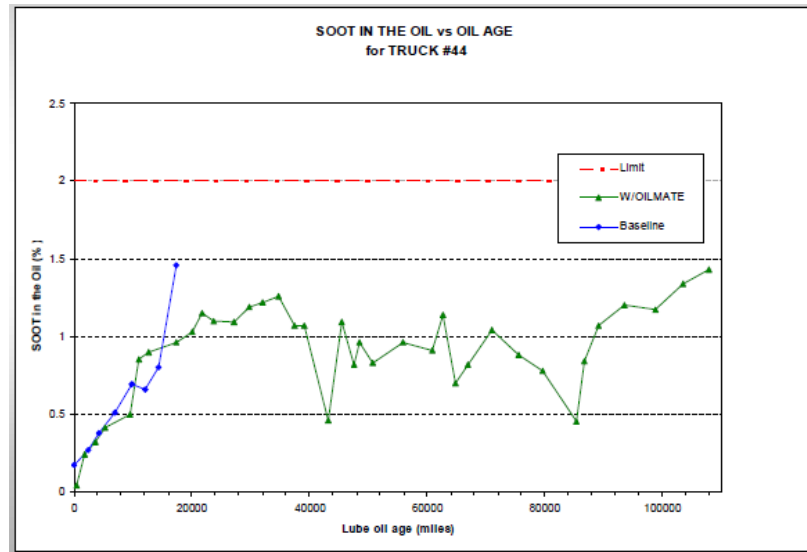


Figura 18. Gráfica de comportamiento del hollín operando con *OilMate*

Fuente. OilMate Presentation, EMP. GAF

Otra ventaja que ofrece el producto OilMate es la disminución de la cantidad de hierro que se libera en las emisiones. A continuación se presenta una gráfica donde se muestra la variación en el contenido de hierro durante el periodo de utilización continua del OilMate.

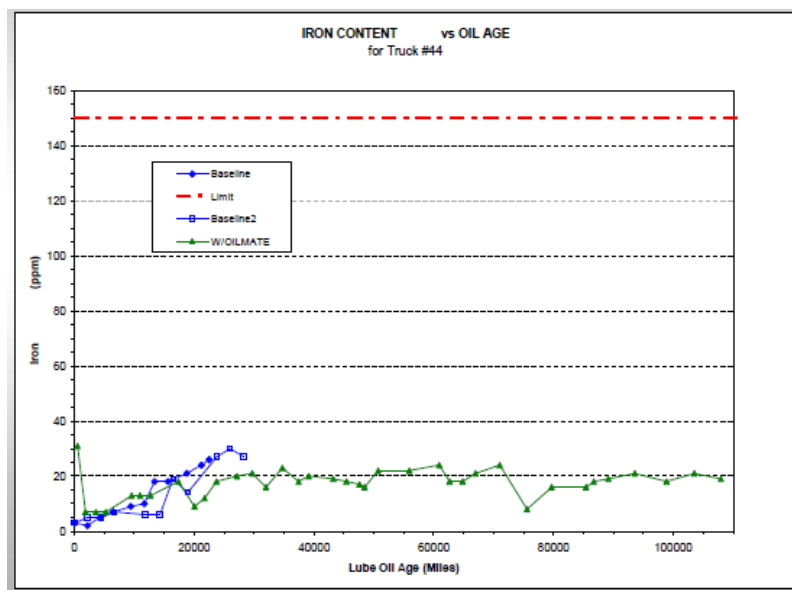


Figura 19. Gráfica de comportamiento del contenido de Hierro con *OilMate*
Fuente. OilMate Presentation, EMP. GAF

Otra mejora que realiza el producto OilMate es en el tema del número base total (TBN – siglas en inglés). “El número base del aceite indica cuantos aditivos tiene el aceite para evitar la corrosión en el motor combatiendo el ácido formado por la quema del combustible y mezclado con aire húmedo. Entre más alto el valor, más protección tendrá el motor. Pero cada punto que aumentamos de tbn normalmente aumentamos el nivel de cenizas sulfatadas⁵³”. El producto OilMate genera que se trabaje con un número promedio, nivel medio, que no genere tantos inconvenientes para el vehículo ni para el medio ambiente. A continuación una gráfica que muestra el comportamiento del tbn con el producto OilMate.

⁵³ Calidad: ¿Qué quiere decir? Recuperado de <http://www.widman.biz/Seleccion/calidad.html>

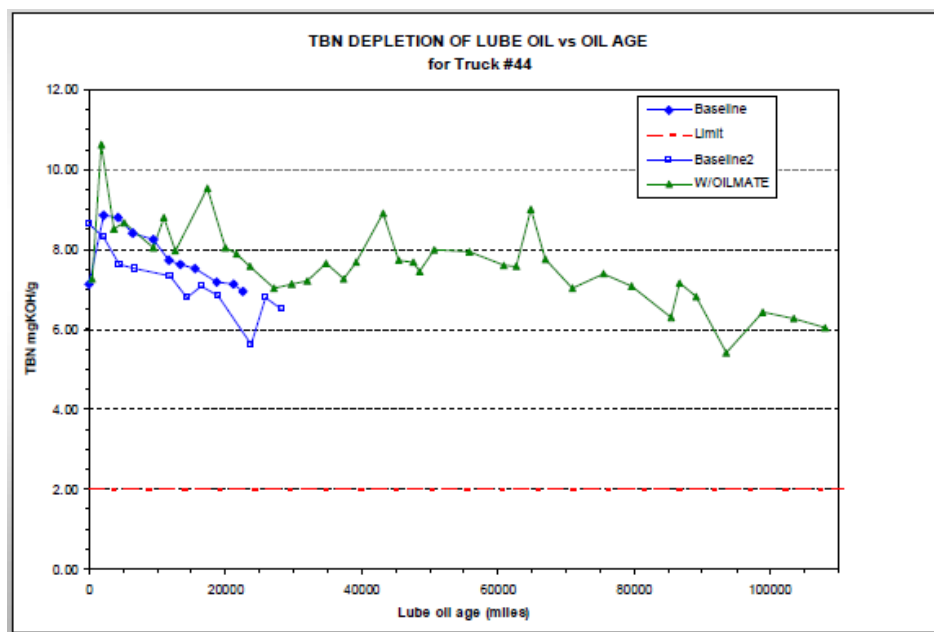


Figura 20. Gráfica de comportamiento del TBN con *OilMate*

Fuente. OilMate Presentation, EMP. GAF

3.3.6 Procedimiento para el diagnóstico del funcionamiento del OilMate

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Al minimizar el tiempo muerto del equipo, el tiempo de vida del componente se maximiza. Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente (como revisión de niveles de aceite, estado de los elementos filtrantes, etc.).

Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo al sistema de administración de aceite *Oil-Mate*, el paso siguiente es precisar las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición del equipo. El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en su monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general. La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición mecánica, hidráulica e incluso interna de todo los componentes que integran el sistema de administración de aceite, de manera que pueda ser operado y mantenido con seguridad y economía.

Se entiende como monitoreo no solo la medición de una variable física que se considera representativa de la condición del equipo para su comparación con valores que indican su estado. También se entiende como la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos. De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición del *Oil-Mate*, es debido distinguir entre su vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico:

- Vigilancia del *Oil-Mate*. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema con el sistema de intercambio continuo de aceite y distinguir su condición.
- Protección del *Oil-Mate*. Su objetivo es evitar fallas ‘fatales’ en la operación y en la condición de la válvula, el tanque de compensación y los demás componentes. El sistema de lubricación del motor está protegido con el equipo, si para cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, el administrador de aceite puede ser detenido para revisar el origen de la falla.
- Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema

específico con el sistema, dado el caso se llegara a presentar alguno.

- Pronóstico de vida. Su objetivo es estimar cuánto tiempo más puede funcionar el equipo sin riesgo de una falla fatal, una vez se llegara a identificar un daño general en el sistema. Esto depende de la carga para la cual fue diseñado el motor donde se encuentra instalado.

Se pretende entonces exponer las variables más representativas en la condición del sistema que puedan generar problemas específicos en la operación para identificar cuáles pueden ser atribuidas únicamente al sistema *Oil-Mate*.

La metodología que se emplee para monitorear estos parámetros es materia de las diferentes políticas de mantenimiento practicadas. Es importante que sean identificadas para determinar sus causas y ejecutar la correcta solución del problema que representan.

Los análisis de lubricantes se ejecutan dependiendo de la necesidad. Se recomienda realizar análisis rutinarios definiendo frecuencias de muestreo con el objeto de determinar el estado del aceite y los niveles de desgaste entre otros. Los parámetros más representativos a considerar son:

- Presión de aceite de lubricación
- Nivel de aceite
- Estanqueidad del sistema (goteos, fugas)
- Grado de degradación del aceite
- Vida útil de los filtros (aceite y combustible)
- Nivel de combustible

- Circuitos del sistema abiertos
- Fallas eléctricas (corto circuito)
- Partes del *Oil-Mate* averiadas (el solenoide no funciona, pistones retrazados, resortes dañados, estado de los sellos, etc.)

Es importante destacar que la productividad aumentará en la medida que las fallas en los equipos disminuyan de forma sustentable en el tiempo. Resulta indispensable contar con la estrategia de mantenimiento más apropiada y con personal capacitado tanto en el uso de las técnicas de análisis y diagnóstico de fallas implementadas como también con conocimiento suficiente sobre las características de diseño y funcionamiento del *Oil-Mate*.⁵⁴

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto que se realiza se encuentra dentro de los lineamientos o características de una investigación descriptiva. Hurtado de Barrera explica que este tipo de investigación se caracteriza porque “Tiene como objetivo la descripción precisa del evento de estudio. Este tipo de investigación se asocia al diagnóstico”⁵⁵. Teniendo en cuenta este concepto sobre investigación descriptiva, se puede concluir que esta monografía tiene como característica principal el escoger una tecnología limpia que es aplicada por parte de la empresa Gestión y Administración de Fluidos (GAF) a sus clientes, y describir el rendimiento que

⁵⁴ García, H. & Zamora, S. P.2-3. Manual diagnóstico. Árbol de localización de fallas. Bogotá. Colombia. Cummins de los Andes.

⁵⁵ Hurtado de Barrera, J. P. 101. *Metodología de Investigación Holística* (3ª. Ed.). Caracas: Editorial SYPAL 2008

presenta este mecanismo de producción más limpia en la industria de maquinaria pesada y transporte de carga o pasajeros.

“En la investigación descriptiva el propósito es exponer el evento estudiado, haciendo una numeración detallada de sus características, de modo tal que los resultados se pueden obtener en dos niveles, dependiendo del fenómeno y del propósito del investigador: un nivel más elemental, en el cual se logra una clasificación de la información de función de características comunes, y un nivel más sofisticado en el cual se ponen en relación los elementos observados a fin de obtener una descripción más detallada”⁵⁶.

Siendo este el caso, por medio de la aplicación de la tecnología OilMate, se busca mejorar el rendimiento y duración de los filtros de camiones pesados.

En la siguiente figura se mostrará un esquema que sirve de guía para el desarrollo de una investigación evaluativa.

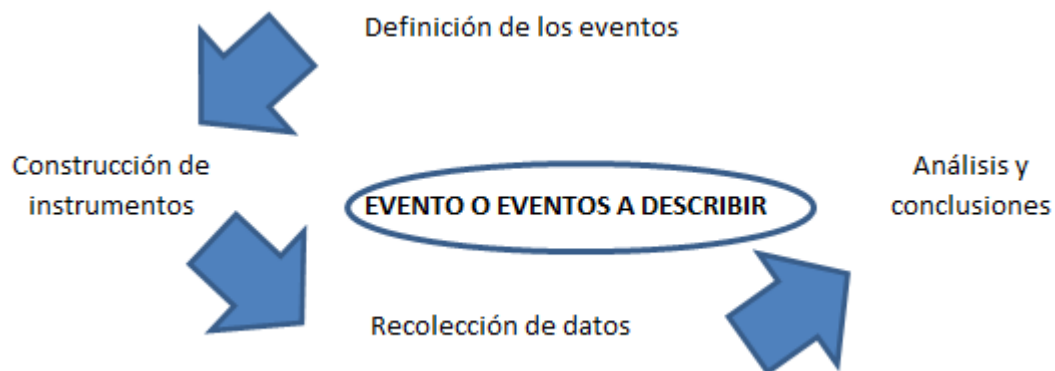


Figura 21. Esquema para una investigación Descriptiva.

Fuente: Hurtado de Barrera (2008)

⁵⁶ Ibid.

4.1. METODOLOGÍA

4.1.1. REUNIONES DE TRABAJO

En este punto, se destacan las reuniones con el Ingeniero Giovanni Hernández, trabajador de la empresa GAF que hace parte de la organización Equitel. Él es uno de los expertos y amplio conocedor del producto OilMate, lo cual lo lleva a ser un vendedor y promotor a empresas del sector minero, transporte y maquinaria pesada. Con este Ingeniero, se buscó la información que tratara sobre la tecnología OilMate y sus aplicaciones, información que brindará resultados sobre las ventajas económicas y ambientales de esta tecnología limpia traída del exterior para comercializar en el mercado local.

4.1.2. BUSQUEDA DE INFORMACION PARA EL PROYECTO

En diferentes motores de búsqueda se indagó sobre el tema de producción más limpia, tecnologías limpias, se hizo énfasis de estos temas en Colombia, la actualidad de ellos y la legislación aplicable. Adicional a esto, se buscó información que tiene relación directa al tema principal del proyecto que es la descripción del producto OilMate. Información como de donde surgió la tecnología, sus características, que ventajas y desventajas tiene, donde ha sido usado con éxito, todo eso es importantísimo para poder describir esta tecnología limpia.

4.1.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACION

La actividad más importante que tiene este proyecto de grado. Una vez levantado toda la información necesaria, se procede a analizar detalladamente que sirve y que no. Una vez analizado todo, se escoge lo necesario y se toma como una referencia clara para realizar la descripción de la tecnología limpia OilMate. Este punto o actividad del proyecto, se realizó por partes, es decir, se iba identificando

a que parte del documento escrito servía cada información encontrada. A continuación la forma en la que se fue generando el documento:

- Información sobre el producto OilMate. Todo lo relacionado a él.
- Información sobre antecedentes del producto Oilmate.
- Información sobre la legislación ambiental vigente para la temática de producción más limpia y tecnologías limpias.
- Información sobre Producción más limpia y tecnologías limpias.
- Información sobre la problemática de contaminación generada por la industria de transporte y maquinaria pesada.
- Información sobre proyectos mineros que hayan utilizado el producto OilMate.

4.1.4. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Se genera el documento que se va a entregar a la universidad donde se hace una descripción de la tecnología limpia Oilmate y todo lo relacionado con este tema. Este documento se hace con base en la información recolectada e identificada en el punto anterior.

5. DELIMITACIONES

5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL

El proyecto escogido para hacer el análisis del producto OilMate fue el realizado en el complejo minero Caypa, localizado en la Guajira y que maneja la empresa Pacific Coal. La mina Caypa está localizada dentro del complejo carbonífero del Cerrejón, en donde se desarrollan las actividades de explotación del mineral. Su

área es de aproximadamente 300 hectáreas. Actualmente se extrae carbón de alta calidad térmica⁵⁷. En la siguiente imagen se aprecia información sobre la mina:

2013 Production	<ul style="list-style-type: none"> • 1.0 Mt
2014 Estimated Production:	<ul style="list-style-type: none"> • 1.1 Mt*
Resource estimate:	<ul style="list-style-type: none"> • 47.0 Mt of measured resource ⁽¹⁾ • 17.8 Mt of indicated resource ⁽¹⁾
Average BTU:	<ul style="list-style-type: none"> • 12,264 ⁽¹⁾
Average Sulphur:	<ul style="list-style-type: none"> • 0.69% ⁽¹⁾
Operations:	<ul style="list-style-type: none"> • One open-pit mine currently operations • South pit production ramped-up in the fourth quarter of 2013, with full production expected in 2014* (See images below) • One underground mine, expected ramp-up of production in late 2014*
Infrastructure:	<ul style="list-style-type: none"> • Secured allocation at Santa Marta (250 km)

Figura 22. Información mina Caypa

Fuente. <http://www.pacificcoal.ca/Properties/La-Caypa/default.aspx>

5.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL

La duración del proyecto ejecutado en la mina Caypa fue de 5 años. En este periodo de tiempo, la empresa Gestión y Administración de fluidos (GAF) se encargó de la instalación, mantenimiento y seguimiento del producto OilMate. El

⁵⁷ Proyecto mina Caypa. Recuperado de <http://www.pacificcoal.ca/Properties/La-Caypa/default.aspx>

tiempo de 5 años es el tiempo de vida útil del producto OilMate, en el cual la empresa GAF verifica este valor y hace todas las tareas ya establecidas.

6. RESULTADOS

Los resultados de este trabajo están dados por los beneficios económicos y ambientales que trae la tecnología OilMate una vez es implementada y desarrollada en diferentes actividades industriales. Para la obtención de resultados, se trabajó con el proyecto minero de la empresa OPM (Contratada por Pacific Coal) en mina Caypa. Este proyecto fue implementado por la empresa GAF, empresa miembro de la organización Equitel, y la labor de su personal de trabajo, además de implementar la tecnología OilMate, se encargaron de monitorear y hacerle seguimiento al producto y a los resultados que se obtuvieron del proyecto en marcha.

Para este proyecto, la empresa OPM instaló el producto OilMate en unos camiones Itachi EH1600, los cuales son utilizados 22 horas diarias en la jornada de trabajo de la mina Caipa. Estos vehículos tienen un motor QST30 marca Cummins. Estos datos son importantes para la implementación y calibración del producto OilMate y obtener los resultados deseados.

Antes del proyecto, la situación de estos camiones era la siguiente: El cambio de aceite de los camiones se hacía cada 250 horas laborales, los camiones al mes trabajan un total de 660 horas. Cada camión consumía un total de 4 filtros de flujo pleno, cuyo valor unitario es de 120 mil pesos. Y además, también utiliza 2 filtros de flujo diferido, cuyo valor unitario es de 80mil pesos. A estos valores, hay que agregar un dato muy importante, el cuál es el tipo de aceite y la cantidad que utiliza cada camión. El aceite de motor que se usa es el 15W40 cuyo valor por

galón es \$14250 pesos. Los camiones utilizan 48 galones en cada cambio de aceite.

En la siguiente tabla se aprecia un poco mejor estos datos, acompañados por estimaciones de costo total.

	Horas (hr)	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo Total Mantenimiento 250 hr (\$)
Cambio de aceite cada	250			
Horas trabajadas	660			
# filtros flujo pleno		4	120000	480000
# filtros flujo diferido		2	80000	160000
Aceite motor 15W40 (Galones)		48	14250	684000
				1324000

Tabla 2. Costos sin proyecto OilMate 250 horas.

Fuente. Digitalizado Cesar Cocha Vesga

Como se aprecia en la tabla, el costo de mantenimiento cada 250 horas, es de \$1324000 pesos. Teniendo en cuenta este valor, el valor de la operación a las 2000 horas es de \$10592000 pesos. El valor de las 2000 horas es para hacer la

comparación con los valores una vez sea instalado el OilMate, ya que al ser instalado, el cambio de aceite no se hace cada 250 horas sino a las 2000 horas.

	Costo Total Mantenimiento 250 hr (\$)	Cantidad cambios de aceite para llegar a las 2000 hr	Total (\$)
Costo Total Mantenimiento 2000 hr (\$)	1324000	8	10592000

Tabla 3. Costos sin proyecto OilMate 2000 horas.

Fuente. Digitalizado Cesar Cocha Vesga

Los anteriores valores son todos antes de la instalación del producto OilMate en los camiones. Ahora se mencionan los resultados una vez el producto OilMate fue instalado en los camiones. EL producto fue instalado en los mismos camiones que se evaluaron antes. Los siguientes valores fueron obtenidos después de instalar el producto Oil Mate: El cambio de aceite se hace a las 2000 horas de trabajo. Para esto, cada camion utiliza 4 filtros de flujo pleno, cuyo valor unitario está en \$120000 pesos. Y utilizan un filtro de flujo diferido que está en un precio de \$90000 pesos.

El producto OilMate, como se explicó en el marco referencial de este documento, es un equipo cuyo valor oscila en \$5200000 pesos. En la siguiente tabla se observa mejor.

	Horas (hr)	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo Total Mantenimiento 2000 hr (\$)
Cambio de aceite cada	2000			
Horas trabajadas	660			
# filtros flujo pleno		4	120000	480000
# filtros flujo diferido		1	90000	90000
Aceite motor 15W40 (Galones)		48	14250	684000
Producto OilMate		1	5200000	5200000
				6454000

Tabla 4. Costos con proyecto OilMate 2000 horas.

Fuente. Digitalizado Cesar Cocha Vesga

Teniendo en cuenta esto, el costo de operación de cada camión es de \$6454000 pesos. El costo del producto OilMate solo es tenido en cuenta al momento de empezar el producto proyecto. En los siguientes cambios de aceite, solo se tiene en cuenta valores del aceite y los filtros. Como se puede apreciar, al realizar la inversión, hay más de 3 millones de pesos de diferencia, lo que indica que la inversión realizada por el producto OilMate, a los tres meses ya se ve recuperada.

En las siguientes tables se aprecia el ahorro en términos exclusivos de consumo de aceite y de filtros de aceite.

Sin Proyecto OilMate.

	Cantidad	# de cambios realizados	Costo (\$)	Costo Total
Galones de Aceite	48	8	14250	5472000
Filtros de aceite	6	8	640000	30720000
				36192000

Tabla 5. Costos Filtros de aceite y aceite sin OilMate.

Fuente. Digitalizado Cesar Cocha Vesga

Con proyecto OilMate

	Cantidad	# de cambios realizados	Costo (\$)	Costo Total
Galones de Aceite	48	1	14250	684000
Filtros de aceite	5	1	570000	2850000
				3534000

Tabla 6. Costos Filtros de aceite y aceite con OilMate.

Fuente. Digitalizado Cesar Cocha Vesga

Con base en este concepto económico, se puede hablar de la parte ambiental. Como se observa, este producto se encuentra desarrollado dentro del marco de ser una tecnología Limpia, lo que indica que trae beneficios a la parte ambiental de la empresa.

La reducción notoria en la cantidad de aceites que se generan al mes se reduce, gastando solo el 12,5% de aceites que lo que se consumía antes. Esta reducción de más del 80% se ve reflejada, por lo tanto, en la generación de aceites usados, es decir, la empresa almacena y dispone una cantidad menor al 80% de lo que disponía antes. Los aceites usados pueden contaminar el suelo o los cuerpos de aguas, muchas veces generan grandes problemas donde para mitigar este daño se debe trabajar por muchos años para reponer el perjuicio causado. Al generar menos aceites usados, el riesgo a una emergencia disminuye notoriamente. Esta disminución también se nota en temas de disposición, ya que sale menos costoso.

Sin proyecto OilMate

	Cantidad	Costo disposición (\$)	Costo Total (\$)
Galones de Aceite	384	650	249600
Filtros de aceite	6	2000	12000
			261600

Tabla 7. Costos disposición final Filtros de aceite y aceite sin OilMate.

Fuente. Digitalizado Cesar Cocha Vesga

Con proyecto OilMate

	Cantidad	Costo disposición (\$)	Costo Total (\$)
Galones de Aceite	48	650	31200
Filtros de aceite	5	2000	10000
			41200

Tabla 8. Costos disposición final Filtros de aceite y aceite con OilMate.

Fuente. Digitalizado Cesar Cocha Vesga

Este ahorro dentro de los pasivos ambientales de la empresa, puede ser usado para mejorar la situación ambiental actual, mejorar situaciones críticas o hacer compra de materiales que ayuden a un cambio ambiental dentro de la empresa. Por ejemplo, con casi \$200000 pesos de ahorro en disposición final, se pueden comprar nuevos puntos ecológicos en caso de que hagan falta, o hacer obras civiles como rejillas para la zona de mantenimiento de camiones o canaletas para escorrentía superficial, planes de reforestación concretos, etc.

En el caso de los filtros de aceite, la reducción es hacia un 10% de generación de filtros de aceite contaminados. Es una reducción muy importante, pasando de 48 filtros cada cambio de aceite a solo 5. De esta manera, como se aprecia en las tablas anteriores, la cantidad de filtros que se dispone, y su valor, disminuye. Esto supone una menor cantidad de filtros de aceite almacenados en el cuarto de residuos peligrosos, por lo que su disposición podría pasar de ser mensual a bimensual.

En cuanto a los términos de impacto ambiental por emisiones atmosféricas de fuentes móviles, la escasa información que se maneja sobre este tema dentro de las empresas mineras, no permite hacer un análisis razonable sobre este tema. Solo se tienen las pruebas de laboratorios realizadas por EMP (La empresa creadora del OilMate) para poder enfocar hacia la disminución de emisiones contaminantes. La razón por la cual las empresas mineras no hacen seguimiento a las emisiones atmosféricas de fuentes móviles es porque normativamente están amparadas para no hacerlo.

La resolución 3500 del 21 de noviembre de 2005, en el párrafo del artículo 17 determina: los vehículos automotores registrados como clásicos o antiguos, agrícolas, montacargas, sidecar, la maquinaria rodante de construcción y minería, no están sometidos a las

revisiones técnico mecánica y de gases de que trata la presente resolución⁵⁸.

⁵⁸ Ministerio de Transporte. Resolución 003500 de 2005. Revisiones técnico-mecánicas y de gases de vehículos automotores que transiten por territorio nacional. Bogotá. Colombia. 2005

7. CONCLUSIONES

Una vez desarrollado esta monografía se puede decir que el producto OilMate es un mecanismo desarrollado para ser amigable con el medio ambiente, dando beneficios ambientales a aquellas empresas que opten por utilizar este producto en materia de disminución de residuos peligrosos, mejora en la calidad del aire y disminución de costos en procesos de gestión ambiental, permitiendo la utilización de recursos económicos en otras áreas productivas o nuevas implementaciones en la parte de la gestión ambiental de la empresa. Teniendo en cuenta que este producto tiene diferentes aplicaciones, su mercado es muy amplio, permitiendo desarrollar sus funciones desde vehículos livianos de uso común hasta maquinaria pesada que solo se encuentra en construcciones o actividades mineras o de trabajos en plataformas mineras. Todo esto genera que sus utilidades sean adecuadas en todo tipo de trabajo y sus beneficios variarán en torno a esa aplicación, pero siempre girando en torno al manejo ambiental de los residuos peligrosos (filtros de aceite usados y aceites usados) y la mejora en la calidad del aire (disminución de capacidad contaminante de gases y emisiones atmosféricas).

En el proyecto explicado para mostrar y analizar la parte ambiental del producto OilMate, se observa con claridad la disminución en los porcentajes de generación y disposición de residuos peligrosos. Recordando que los residuos peligrosos son muy contaminantes y generan una gran afectación al medio ambiente y a la salud humana, el producto OilMate genera una disminución notoria en este ítem, favoreciendo al medio ambiente. Los beneficios ambientales también tienen un claro efecto en las ventajas económicas que ofrece el producto a las empresas que lo implementan, mejorando coeficientes económicos que ayudan a ajustar balances monetarios de las empresas, otorgando ventajas para utilización de mayor capital económico con el paso de los años de uso del producto OilMate.

Con todo esto, el producto OilMate es un ejemplo de tecnología limpia aplicable a empresas automotrices, de transporte terrestre, marino, aéreo; militares, mineras, etc., que desean desarrollar mecanismos de producción más limpia en sus procesos. Su utilización en Colombia limitada a empresas mineras es minimizar la capacidad de este producto. Por eso el llamado a la empresa GAF es para que amplíen el mercado de este producto, mostrar sus diferentes aplicaciones y beneficios ambientales a otras empresas de diferente actividad comercial e industrial, para que este producto sea implementado en mayores cantidades y se siga contribuyendo a mejorar la parte ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia para la protección ambiental de Estados Unidos (EPA). RCRA en foco.

Recuperado de <http://www.epa.gov/osw/inforesources/pubs/infocus/k99004s.pdf>

Contaminación por emisiones atmosféricas. Recuperado de

<http://contaminacionambientaldelplaneta.blogspot.com/2010/03/contaminacion-por-emisiones.html>

Castrillón, V. Conozcamos los residuos o desechos peligrosos. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia.

Calidad: ¿Qué quiere decir? Recuperado de

<http://www.widman.biz/Seleccion/calidad.html>

Díaz, J. & Linares, C. (2010). Las causas de la contaminación atmosférica y los contaminantes atmosféricos más importantes. Observatorio de Medio Ambiente en España 2010 de DVK seguros y ECODES “Contaminación atmosférica y Salud”

Fortalecimiento de las capacidades para las compras públicas sustentables.

División de tecnología, industria y economía. PNUMA

<http://www.unep.fr/scp/procurement/docsres/ProjectInfo/ProjectBrochurees.pdf>

García, H. & Zamora, S. P.2. Manual de instalación y operación. Bogotá. Colombia. Cummins de los Andes.

García, H. & Zamora, S. P.2-3. Manual diagnóstico. Árbol de localización de fallas. Bogotá. Colombia. Cummins de los Andes.

Gestión y Administración de Fluidos (GAF). Manual especificaciones técnicas OilMate, p. 1.

Hurtado de Barrera, J. P. 101. *Metodología de Investigación Holística* (3ª. Ed.). Caracas: Editorial SYPAL 2008

La contaminación atmosférica. Recuperado de <http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf6d.html>

Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 948 de 1995. Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Bogotá. Colombia. 1995

Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 4741 de 2005. Prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Bogotá. Colombia. 2005

Recuperado de http://catalogo.acdelco.mx/media/files/Filtros_de_aceite.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bogotá. Colombia. 2005

Ministerio de Medio ambiente. Política Nacional de Producción más Limpia. Colombia. Bogotá. 1997

Ministerio de Transporte. Resolución 003500 de 2005. Revisiones técnico-mecánicas y de gases de vehículos automotores que transiten por territorio nacional. Bogotá. Colombia. 2005

Montoya, P. Mejoramiento del sistema de lubricación de los motores diesel Cummins serie ISM. Universidad Veracruzana. México. 2008.

Proyecto mina Caypa. Recuperado de <http://www.pacificcoal.ca/Properties/La-Caypa/default.aspx>

Recuperado de <http://www.resumido.com/es/libro.php/503>

Recuperado de http://www.wolfoil.com/ES_COM/technico-commercial/technico-commercial/article-2.aspx

Recuperado de http://www.mundorecambioytaller.com/opinion/filtros_ufi_los_filtros_de_aceite_en_continua_evolucion_tecnologica

Recuperado de <http://www.purifisa.com/refinadora-de-aceite/www.EMP.com/Oilmate>

Universidad nacional a distancia. Definición y conceptos de tecnologías limpias. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358029/ContenidoLinea/leccin_2_definicion_y_conceptos_de_tecnologas_limpias.html